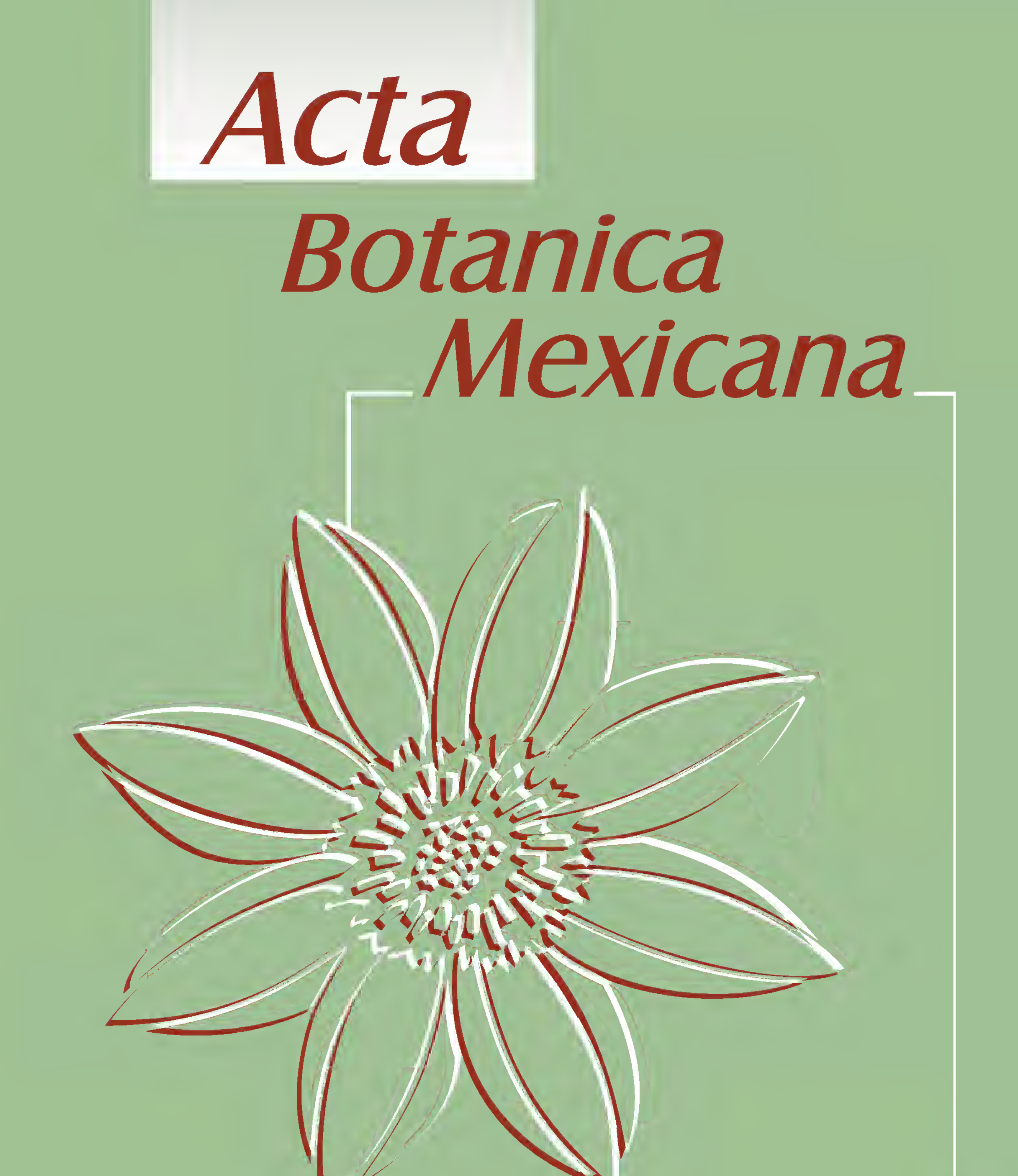


Acta Botanica Mexicana, Núm. 115 (2016)

CONTENIDO

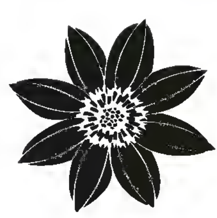
ISSN 0187-7151

Acta Botanica Mexicana





Número 115
ABRIL 2016
Pátzcuaro, Mich.



Acta Botanica Mexicana

Acta Botanica Mexicana (ISSN 0187-7151) es una publicación de Instituto de Ecología, A.C. que aparece cuatro veces al año. Da a conocer trabajos originales e inéditos sobre temas botánicos y en particular los relacionados con plantas mexicanas. Todo artículo que se presente para su publicación deberá dirigirse al Comité Editorial de Acta Botanica Mexicana. Pueden reproducirse sin autorización pequeños fragmentos de texto siempre y cuando se den los créditos correspondientes. La reproducción o traducción de artículos completos requiere el permiso de la institución que edita la revista. Las normas editoriales e instrucciones para los autores pueden consultarse en la página www1.inecol.edu.mx/abm

Acta Botanica Mexicana está actualmente incluida en los siguientes índices y bases de datos de literatura científica: Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Dialnet, Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, Journal Citation Reports/Science Edition (con cálculo de factor de impacto), Latindex – Catálogo, RedALyC, SciELO Citation Index y Scopus.

Toda correspondencia referente a suscripción, adquisición de números o canje, debe dirigirse a:

Acta Botanica Mexicana

Instituto de Ecología, A. C.
Centro Regional del Bajío
Apartado postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México
rosamaria.murillo@inecol.mx
Suscripción anual: México $300.00 Extranjero $30.00 U.S.D.

Acta Botanica Mexicana, Núm. 115, abril 2016. Publicación trimestral editada por el Instituto de Ecología, A.C., a través del Centro Regional del Bajío. Editor responsable: Jerzy Rzedowski Rotter. Composición tipográfica: Damián Piña Bedolla. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2004-0719192751000-102, ISSN 0187-7151, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de título No. 13454, Certificado de Licitud de Contenido No. 11027, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación: Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Tel. (434) 3 42 26 98. Impresa por Imprenta Tavera Hermanos, S.A. de C.V., Ave. Lázaro Cárdenas 3052, Col. Chapultepec Sur, C.P. 58260 Morelia, Michoacán, México. Distribuidor: Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Ave. Lázaro Cárdenas 253, C.P. 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México. Este número se terminó de imprimir el 1 de abril de 2016 con un tiraje de 450 ejemplares. www1.inecol.edu.mx/abm

Acta Botanica Mexicana 115: 1-4 (2016)



FRANCISCO JAVIER SANTANA MICHEL (1958-2015)

Nació el 31 de enero de 1958 en El Limón, municipio de El Limón, Jalisco y falleció el 18 de noviembre de 2015 en la ciudad de El Grullo, Jalisco.

Cursó la Educación Primaria en la Escuela Urbana 315 "Juan Escutia" y la Secundaria por Cooperación Manuel López Cotilla, en El Limón. La educación media superior la realizó en la Preparatoria 3 de la Universidad de Guadalajara y egresó de la Facultad de Agronomía de esta misma universidad, titulándose en 1985 con la tesis "Contribución al conocimiento de los pastos nativos de los municipios de Autlán, El Grullo y El Limón", en la cual describió más de 100 especies y demostró con creces sus dotes de artista al ilustrar él mismo la obra. En el 2011 concluyó sus

estudio de maestría en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima con la tesis "Diversidad genética del pitayo (*Stenocereus queretaroensis*: Cactaceae) en poblaciones que se encuentran en sitios arqueológicos en la región Costa Sur del estado de Jalisco".

Contrajo nupcias con Ma. Teresa Velazco Espinosa en marzo de 1984, con la que procreó tres hijos: Cheshvan Francisco, Cesar Jezrael y Zizania Litsea. Su familia siempre fue una de sus principales preocupaciones y se esforzó en proporcionarles las atenciones que ellos requerían.

De 1981 a 1987, laboró en el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, siendo uno de los estudiantes e investigadores predilectos de la Maestra Luz María Villarreal de Puga y colaborador de investigadores de esta dependencia. En este lugar y al lado de otro agrostólogo prominente, el Ing. Rafael Guzmán Mejía, se convirtió en un "cazador" y estudioso de los pastos, campo en el que fue reconocido a nivel nacional e internacional.

A inicios de 1988 y a invitación del Ing. Rafael Guzmán Mejía, se incorporó al Laboratorio Natural Las Joyas de la Sierra de Manantlán, de la Universidad de Guadalajara, que ahora constituye el Departamento de Ecología y Recursos Naturales (DERN), donde laboró hasta su muerte. Fue coordinador del Área de Flora del Laboratorio Natural Las Joyas, además de desempeñarse como presidente y secretario de la Academia de Conservación Biológica y jefe del Laboratorio de Botánica del DERN. Fue Consejero de órganos de gobierno del Centro Universitario de la Costa Sur.

En el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, de 1988 a 1995, junto con el Dr. Bruce Benz, y los biólogos Judith Cevallos, Domitila De Niz, Luis Robles y Jesús J. Rosales, constituyeron uno de los mejores grupos de etnobotánicos de México, abocados al rescate del conocimiento tradicional de las comunidades en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, además de hacer evaluaciones cuantitativas de la flora útil en unidades superficiales por hectárea, en el bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña. Producto de estas investigaciones se generaron publicaciones como "Losing knowledge about plant use in the Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, Mexico", Economic Botany 54(2): 183-191. 2000, que ha sido citado más de 150 veces en revistas arbitradas.

Su espacio de trabajo fue el herbario ZEA, donde la mayoría de las veces se le encontraba haciendo etiquetas, determinando ejemplares o rotulando las fotografías de plantas tomadas en campo. Durante sus 35 años de botánico su pasión por el estudio de las plantas lo llevó a reunir más de 15 000 números de recolecta, lo que

representa aproximadamente 75 000 ejemplares de herbario, muchos de los cuales se encuentran distribuidos en los principales herbarios nacionales y en varios extranjeros como MICH, WIS y US. Muchas de sus colecciones han servido de ejemplares tipo, incluyendo holotipos. En reconocimiento a su trabajo de campo y científico le fueron dedicadas las especies *Bernardia santanae* McVaugh, *Salvia santanae* Ramamoorthy ex J. G. González & Guzm.-Hern.

Sus publicaciones en revistas con arbitraje nacional e internacional, libros y capítulos de libros ascienden a más de medio centenar, entre las cuales sobresalen: "Las especies mexicanas del género *Paspalum* L. (Gramineae)", "Una nueva especie de *Brachiaria* (Gramineae) del estado de Jalisco, México", "Characterization of mestizo plant use in the Sierra de Manantlan, Jalisco-Colima, Mexico", "Flora de Manantlán", "*Agave manantlanicola* (Agavaceae), una especie nueva del occidente de México", "*Aristolochia rzedowskiana* (Aristolochaceae) una especie nueva de la subsección *Pentandrae* del estado de Jalisco, México" y "Dos especies nuevas de Crassulaceae del sur de Jalisco, México", solo por citar algunas. Describió como autor o coautor los taxones: *Paspalum humboldtianum* subsp. *cymbiforme*, *Paspalum pubiflorum* var. *tinctum*, *Agave manantlanicola*, *Aristolochia colimensis*, *A. emiliae*, *A. luzmariana*, *A. manantlanensis*, *A. occidentalis*, *A. rzedowskiana, Brachiaria jaliscana*, *Echeveria rulfiana*, *Otatea acuminata* subsp. *aztecorum* y *Salvia meera*; además de tres especies nuevas de *Aristolochia* publicadas *post mortem*: *Aristolochia nahua*, *A. pacifica* y *A. tuitensis*.

Fungió como responsable y colaborador de al menos 20 proyectos de investigación, entre los que sobresalen: "Estudio de la flora de Colima para su aprovechamiento en actividades apícolas y agroindustriales de 1984-1985", "Morfología polínica de las malváceas de Jalisco en 1985", "Contribución al conocimiento de las gramíneas de Jalisco, tribus Sporoboleae y Paniceae en 1986-1987", "Quantifying use and evaluating value of ethnobotanical resources in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Mexico de 1991-2000", "Taxonomía de la familia Aristolochiaceae para los estados de Jalisco y Colima de 1999-a la fecha", entre otros.

Fue uno de los más fieles exponentes en los congresos organizados por la Sociedad Botánica de México, en los cuales fungió en al menos tres ocasiones como colaborador en la organización del evento y participó en la integración de las guías de excursiones botánicas, elaborando la del Nevado de Colima y la de la Sierra de Manantlán. Fue miembro del comité editorial del Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara y árbitro de artículos sometidos a *Acta Botanica Mexicana*, el Boletín de la Sociedad Botánica de México (ahora Botanical Sciences) y Polibotánica.

La incursión en la enseñanza por parte del Maestro Francisco inició muy temprano, pues aun siendo estudiante de la Facultad de Agronomía y trabajador del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, fue profesor auxiliar del curso de Botánica General y Sistemática impartido por la Maestra Puga y luego impartió la asignatura de Manejo de Agostaderos en la carrera de Agronomía en Guadalajara. También fue profesor de estudiantes de Biología que cursaron la salida terminal de Gestión Ambiental en el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad y desde el 2000 hasta el 2015 impartió materias como Manejo de Agostaderos, Conservación Biológica y Botánica Sistemática en el programa educativo de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios, y Botánica General y Sistemática en la carrera de Ingeniero Agrónomo en el Centro Universitario de la Costa Sur de la misma universidad. Fungió como director, asesor y sinodal de al menos 30 tesis de licenciatura de los programas educativos en que impartió cursos y como lector de tesis de estudiantes de la Maestría en Manejo de Recursos Naturales.

Uno de los aspectos más importantes a resaltar de Francisco Javier Santana Michel es su personalidad, fue un investigador humilde, apartado de la ostentosidad, discreto en su comportamiento pero grande en sus acciones. Siempre tenía un chascarrillo diferente para cada uno de sus compañeros y amigos y apropiado para cada momento. Su pasión por las plantas lo llevó a solicitar a su familia que sus cenizas fueran dispersadas en el cerro El Narigón, cerca de su ciudad natal y montaña en la cual se inició como recolector y seguramente recordando que de este lugar en 1985 Reppenhagen describió *Mammillaria limonensis*, especie que él visitaba con frecuencia en la cumbre de esta montaña a 2000 m de elevación y de la cual recolectó muchos especímenes y en la que deseó continuar recolectando por la eternidad. La pasión por el estudio de las plantas por parte de Francisco se expresa hasta en sus últimos días de su existencia, pues pocos días antes de fallecer entregó a Ramón Cuevas, para revisión, el borrador de la descripción de lo que a su juicio es una nueva especie de *Aristolochia* procedente del estado de Michoacán. No hay duda, así lo sentimos sus compañeros, que la comunidad botánica mexicana ha perdido a un gran componente y las gramíneas y aristolochias añoran su partida.

Ramón Cuevas Guzmán y Luis Guzmán Hernández
Centro Universitario de la Costa Sur
Universidad de Guadalajara



GASTÓN GUZMÁN (1932-2016)

Gastón Guzmán Huerta nació en la ciudad de Xalapa el 26 de agosto de 1932, no obstante que su familia vivía en Tampico. Sus padres fueron Luis P. Guzmán y Concepción Huerta y fue el tercero de cuatro hermanos. Cuando tenía alrededor de dos años se presentó una fuerte inundación en Tampico -su papá entraba en lancha en su casa- y Gastón estaba muy enfermo, por lo que toda la familia se trasladó a la Ciudad de México. Posteriormente, se mudaron a Xalapa cuando Gastón tenía 10 años y vivieron ahí hasta que cumplió quince. "Toco", apelativo con el que su familia lo llamaba de cariño, tuvo de niño una curiosidad natural por los seres vivos, que se vio incrementada al vivir fuera de la ciudad, en el Rancho de Lucas Martín, cerca

de Xalapa. Fue en la preparatoria el momento en que ese interés fue dirigido por su querida profesora de Zoología, la maestra Enriqueta Ortega, quién lo motivó para que iniciara sus estudios de Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), del Instituto Politécnico Nacional. Esta institución lo formó, primero como Licenciado en Biología (1959) y después como Doctor en Ciencias (1967) y en ella laboró como profesor e investigador por casi 30 años, de 1956 a 1982.

Su primer hongo lo recolectó en 1951 en Necaxa, Puebla, en una excursión estudiantil. En 1955, el joven Gastón Guzmán de 23 años, emprendió formalmente el estudio de estos organismos. Fue una feliz coincidencia que en la época en que Guzmán se inició como micólogo, los hongos alucinógenos fueron redescubiertos a la ciencia por Gordon Wasson, quien después llegaría a ser considerado el fundador de la etnomicología. El primer micólogo que conoció Guzmán fue el Dr. Teófilo Herrera en 1956, quien era el único especialista de macromicetes en México por aquel entonces. De ahí nació una fructífera y muy buena amistad, con el común denominador de los hongos.

En 1956-1957 la empresa farmacéutica Geigy de Suiza encargó a Guzmán recolectar hongos alucinógenos, de los cuales apenas empezaba a tener nociones. A tal grado que como él mismo reconocía, no sabía si alucinógenos se escribía con "h" o sin ella, confundido porque en inglés se usa con "h" y en español no. Previamente, en 1953 Syntex y en 1954 Pfizer lo contrataron para buscar barbasco (*Dioscorea* spp.), la primer compañía en México y la segunda en las selvas de América Central. En 1957, gracias a que Teófilo Herrera lo contacta, sale en una expedición de dos meses con el ilustre micólogo Rolf Singer a las montañas Mazatecas, en la búsqueda de los hongos alucinógenos. Singer fue el maestro que dio el empuje micológico formal e inicial a Guzmán. Fue en este viaje cuando tuvo la fortuna de convivir con Wasson. Un poco más tarde conoció Roger Heim y fueron precisamente los artículos de Heim sobre los hongos alucinógenos, los primeros que leyó Guzmán antes de iniciar sus excursiones en búsqueda de ellos. Después de estas experiencias, fue algo natural que los primeros artículos y la tesis profesional de Guzmán versaran sobre este tema. Su tesis de licenciatura la tituló "Estudio taxonómico y ecológico de los hongos neurotrópicos mexicanos" y se la dedicó a Singer, Heim, Herrera y Wasson.

En 1965 hizo una estancia predoctoral en la Universidad de Michigan, becado por la ENCB, la OEA y la Universidad de Michigan, en donde inició su tesis doctoral bajo la dirección de los doctores Alexander H. Smith de EUA y Jerzy Rzedowski de México, sobre una monografía mundial del género *Scleroderma*, que defendió en la ENCB en 1967 y se publicó en 1970 en la revista *Darwiniana*. Estableció contacto, primero por carta y luego personal, con Richard Evans Schultes, el padre de

la etnobotánica y el primero en determinar al Teonanácatl como un hongo, en una publicación de 1939. Gracias a Schultes, Guzmán obtuvo la beca de la Guggenheim Memorial Foundation de Nueva York en 1971, que le permitió estudiar *Psilocybe* por todo el mundo y tener como resultado final la monografía de este género, publicada por la editorial Koeltz en 1983. Posteriormente, en 1995 dio a conocer un suplemento de la monografía y numerosos artículos sobre *Psilocybe*, lo que lo convirtieron en la autoridad mundial del género.

Formó en 1955 la Colección de Hongos del Herbario ENCB, actualmente la más grande de México, con más de 90 000 especímenes. Posteriormente, en 1982 fue invitado a trabajar en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos en Xalapa, en donde desarrolló la segunda colección micológica de mayor tamaño en el Herbario XAL, con más de 55 000 ejemplares, incorporada ahora al Instituto de Ecología, al cerrar la primera institución. Guzmán continuó recolectando hongos toda su vida y el último, que corresponde a su número de registro 41 115 fue una *Russula* en el volcán de Tequila, Jalisco, el primer día de 2016.

Sin temor a equivocarme, el libro de hongos más utilizado en México y en muchas partes de América Latina es “Identificación de los Hongos” que publicó la editorial Limusa en 1977, con varias reimpresiones y que Guzmán realizó a partir de sus apuntes para determinar estos organismos y que utilizaba en la cátedra de Micología que él inició. Este libro fue la primer guía de hongos en México y en América Latina. Publicó más de 420 trabajos, entre artículos en más de 300 revistas arbitradas, más de 40 capítulos de libros y 14 libros. Describió tres géneros nuevos, más de 220 especies y 15 variedades nuevas para la ciencia, además realizó numerosas combinaciones y enmendaciones. Siempre trabajó a paso acelerado y quería que todos lo hiciéramos así, pero realmente era muy difícil seguirle el ritmo. Dejó varios manuscritos en proceso y muchos proyectos por desarrollar.

Guzmán fue un organizador nato, así que organizó laboratorios, colecciones, sociedades, exposiciones, seminarios, simposis, entre otros. Formó el Laboratorio de Micología y la colección de hongos en ENCB, a la que le siguió la de XAL, las cuáles son las más grandes de México. Fundó la Sociedad Mexicana de Micología en 1968 junto con el Dr. Herrera, en la que Guzmán fue editor de su revista por 20 años. Tuvo también la iniciativa para que se creara la Asociación Latinoamericana de Micología, de la que fue Presidente de 1999 a 2002 y organizó el V Congreso Latinoamericano de Micología en Xalapa. Inició con las exposiciones de hongos en la Ciudad de México, a la que le siguieron alrededor de 100 en varias partes de México, así como en Guatemala y Panamá. Formó más de 25 especialistas en esta materia, no solo en México, sino en Guatemala y Colombia.

Contrajo matrimonio en mayo de 1960 con Laura Dávalos Sánchez y tuvieron cuatro hijos. En febrero de 1961 nace la primogénita, Laura, en agosto de 1963 su segundo hijo, Gastón, quien falleció en un trágico accidente a los 15 años. En octubre de 1964 nace Gaby, la tercera, y finalmente, Vero en febrero de 1970. Él regresa a Xalapa en 1982 y se vuelve a casar en 1995 con Isabel Lasserre Bonilla. Su vida personal fue, como la académica, muy fructífera, le encantaba la música romántica de antaño, la bohemia e incluso escribió algunos poemas. Guapo, carismático y enamoradizo, un imán para muchas.

Al hablar de hongos mexicanos, de hongos alucinógenos y de etnomicología, inmediatamente viene a la mente el Dr. Guzmán. Desafortunadamente no podía ser eterno, por más que yo y muchos lo hayamos querido, y falleció el 12 de enero de 2016. Trabajó casi hasta el último momento -revisó un proyecto de tesis en el hospital una semana antes de fallecer-, incansable como siempre. Fue un investigador muy activo, comprometido, productivo, profesional, líder; como profesor muy bueno enseñando, ameno, pero muy estricto y exigente, en ocasiones poco paciente y muy regañón. Como persona vivió intensamente, fue muy sociable y fácilmente se convertía en el centro de atención. Estoy segura que en muchas personas nos dejó una huella imborrable, en algunos de “dinosaurio” como Ruth De León, discípula guatemalteca, me lo escribió, y sus trabajos siempre serán referente en la micología, sobre todo en la nacional y latinoamericana. Tuvimos el privilegio de tenerlo entre nosotros, hoy está en nosotros, en nuestros artículos, en nuestras citas, en nuestra biblioteca, en nuestros recuerdos, en nuestro corazón……… Gracias Dr. Guzmán.

Laura Guzmán Dávalos
Universidad de Guadalajara

Acta Botanica Mexicana 115: 9-25 (2016)

PRIMERA CITA DEL ENDEMISMO MEXICANO *AGAVE DIFFORMIS* A. BERGER (AGAVACEAE) FUERA DE SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN NATIVA

Jordi López-Pujol[1, 5], Daniel Guillot Ortiz[2], Pedro Nájera Quezada[3], Neus Nualart[1] y Piet van der Meer[4]

[1]Institut Botànic de Barcelona (IBB-CSIC-ICUB), Passeig del Migdia s/n, 08038 Barcelona, España.
[2] Universidad de Valencia, Jardín Botánico, C/ Quart 82, 46008 Valencia, España.
[3]Himno Nacional 1907, 78280 San Luis Potosí, México.
[4]Camino Nuevo de Picaña s/n, 46014 Valencia, España.
[5]Autor para correspondencia: jlopez@ibb.csic.es

RESUMEN

La especie endémica mexicana *Agave difformis* A. Berger (Agavaceae) se reporta por primera vez fuera de su área de distribución nativa. Se ha localizado una pequeña población compuesta por dos núcleos separados por unos 50 m cerca de la ciudad de Tarragona (Cataluña, España). Se ha realizado un censo de la población (contabilizándose un total de 139 rosetas, 46 de las cuales son adultas), además de un estudio morfométrico. La población, que parece bien establecida y con tendencia a la expansión, se encuentra bajo un pequeño pinar con restos de maquia litoral. La profusión de especies alóctonas (y algunas autóctonas usadas en jardinería) como acompañantes indica que la población de *A. difformis* podría haberse originado a partir del abandono de restos de poda.

Palabras clave: *Agave*, España, flora alóctona, Tarragona.

ABSTRACT

The Mexican endemic *Agave difformis* A. Berger (Agavaceae) is reported for the first time out from its native range. A small population composed of two groups separated by 50 m has been located near the city of Tarragona (Catalonia, Spain). A census of the population has been carried out (a total of 139 rosettes were counted, of which 46 were regarded as

adults) together with a morphometric study. The population of *A. difformis*, which occurs under pine trees in remnants of Mediterranean coastal scrub, appears to be well-established and expanding. The large number of accompanying alien species (as well as some native taxa used as ornamentals) suggests that the population of *A. difformis* could have originated from dumped garden debris.

Key words: *Agave*, alien flora, Spain, Tarragona.

EL GÉNERO *AGAVE* EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

El género *Agave* L. consta de alrededor de 200 especies distribuidas de forma natural desde Estados Unidos de América hasta Venezuela, además de las islas del Caribe (Good-Avila et al., 2006). La mayoría de las especies del género son nativas de México (alrededor de 75%), y cerca de 70% de éstas son endemismos exclusivos de este país norteamericano (Eguiarte et al., 2013). Con importantes usos alimentarios, medicinales e industriales, su aprovechamiento se remonta a hace unos 9000 años como mínimo (Callen, 1965; Gentry, 1982). Los representantes del género son ampliamente cultivados en las regiones tropicales, subtropicales y templadas de todo el planeta, incluyendo la península ibérica, de donde se conoce la presencia de al menos 85 taxones (Guillot y Meer, 2006a; 2011). En esta región europea se han descrito incluso nuevos taxones a partir de material alóctono (p. ej. *Agave gonzaloi*; Guillot y Meer, 2004b).

El género *Agave* se registra desde el siglo XVI en España. Charles de l'Écluse (Clusius) nos proporciona la primera noticia sobre un ejemplar del género (probablemente *A. americana*) cultivado en Valencia, gracias al médico y profesor valenciano Juan Plaza (Ramón-Laca, 1999). Cuando Clusius la observó en 1564-1565 al parecer ya era común en estas tierras, puesto que era popularmente conocida como "hilo y aguja" por las espinas finales de las hojas y porque las fibras interiores servían como hilos (Boreau, 1850; Guillot y Meer, 2004c). Si exceptuamos el caso de *A. americana*, presente ya en el siglo XVI como se comenta más arriba, numerosas especies se reportan desde el siglo XIX y principios del XX, como por ejemplo *A. angustifolia*, *A. atrovirens*, *A. fourcroydes* y *A. salmiana* (Guillot et al., 2009c). La planta más cultivada es sin duda *A. americana*, muy común en jardines y fincas agrícolas. Su presencia en estado silvestre está ampliamente documentada desde el siglo XVIII (Guillot et al., 2009c) y en la actualidad es una especie muy frecuente en espacios fuertemente humanizados (zonas periurbanas, áreas agrícolas, bordes de carreteras y caminos, etc.).

En la península ibérica y las islas Baleares han sido citados numerosos representantes del género *Agave*, la mayoría de origen mexicano o bien con un área de distribución que incluye México, junto a otros taxones conocidos solamente en cultivo descritos por primera vez a partir de ejemplares procedentes de jardines europeos. Podemos citar principalmente, como hemos indicado más arriba, a *A. americana*, en concreto su subsespecie *americana*, que se encuentra en España ampliamente naturalizada por todas las provincias insulares y litorales mediterráneas y suratlánticas así como en Portugal, principalmente cerca de la costa en el centro y sur. También han sido mencionados en estado silvestre en la península y/o las islas Baleares los taxones *Agave amaniensis* Trel. & W. Novell, *A. americana* L. var. *marginata* Trel., *A. americana* L. var. *medio-picta* Trel., *A. americana* L. var. *striata* Trel., *A. angustifolia* Haw. y su var. *marginata* hort. ex Gentry, *A. atrovirens* Karw., *A. cerulata* Trel. subsp. *dentiens* (Trel.) Gentry, *A. decipiens* Baker, *A. desmetiana* Jacobi, *A. fourcroydes* Lem., *A. franzosini* Baker, *A. funkiana* K. Koch & C. D. Bouché, *A. ingens* A. Berger y su var. *picta* (Salm-Dyck) A. Berger, *A. karwinskii* Zucc., *A. lechuguilla* Torr., *A. lophantha* Schiede, *A. lurida* Aiton, *A. salmiana* Otto ex Salm-Dyck y su var. *ferox* (K. Koch) Gentry, *A. segurae* D. Guillot & P. Van der Meer, *A. sisalana* Perrine ex Engelm. y su var. *armata* Trel., *A. weberi* J. F. Cels ex J. Poiss., *A.* × *cavanillesii* D. Guillot & P. Van der Meer y *A.* × *winteriana* A. Berger (Guillot y Meer, 2003a, b, c, 2004a, 2005, 2006b, 2008, 2009, 2010, 2013a, b; Guillot, 2006; Serra, 2007; Smith y Figueiredo, 2007; Guillot et al., 2009c; Sánchez et al., 2009; Sanz et al., 2011; Rubal et al., 2013; Guillot y Sáez, 2014; Sáez et al., 2014; Aymerich, 2015). Algunas de ellas (*A. americana*, *A. fourcroydes*, *A. sisalana*) han mostrado un fuerte carácter invasor mediado por su reproducción clonal, especialmente (pero no exclusivamente) en suelos arenosos del sur peninsular (Badano y Pugnaire, 2004; Sanz et al., 2004), y que generalmente se ha traducido en una pérdida de la diversidad de especies nativas (Badano y Pugnaire, 2004). En los últimos años se han llevado a cabo algunas acciones de erradicación, como por ejemplo la retirada manual de individuos de *A. americana* en el Parque Natural de Calblanque, en Murcia (Sanz et al., 2004).

AGAVE DIFFORMIS, ENDEMISMO MEXICANO RESTRINGIDO

Uno de los taxones menos conocidos y con una distribución más limitada (Fig. 1) dentro del género es *Agave difformis* A. Berger. Del grupo *Marginatae*, se trata de un taxón morfológicamente cercano a *A. funkiana* y *A. lechuguilla* que, junto a los

cuales, forma un complejo taxonómico aún no resuelto (A. García-Mendoza, com. pers.). *Agave difformis* es localmente abundante en la Barranca de Metztitlán y en las áreas colindantes en el estado de Hidalgo (México), pero fuera de este área es raro (Eguiarte et al., 2013). Gentry (1982) indicó que habita en suelos gruesos calcáreo-rocosos en la cara desértica de la Sierra Madre Oriental en los estados de San Luis Potosí e Hidalgo, en elevaciones entre 1560 y 1875 m. Arzate (2009), en Metztitlán, la cita en suelos derivados de roca basáltica. Si se consideran solamente las poblaciones de Hidalgo, parece tratarse de un agave muy local, puesto que se encuentra en un área de solamente 400 km^2 (Eguiarte et al., 2013). Sin embargo, puede llegar a ser muy abundante en los lugares donde se ha observado; por ejemplo, Eguiarte et al. (2013) estimaron una población de más de tres millones de rosetas sólo para la Barranca de Metztitlán. En los últimos años han aparecido varias referencias que amplían su área conocida de distribución al estado de Querétaro (Arias y Sánchez-

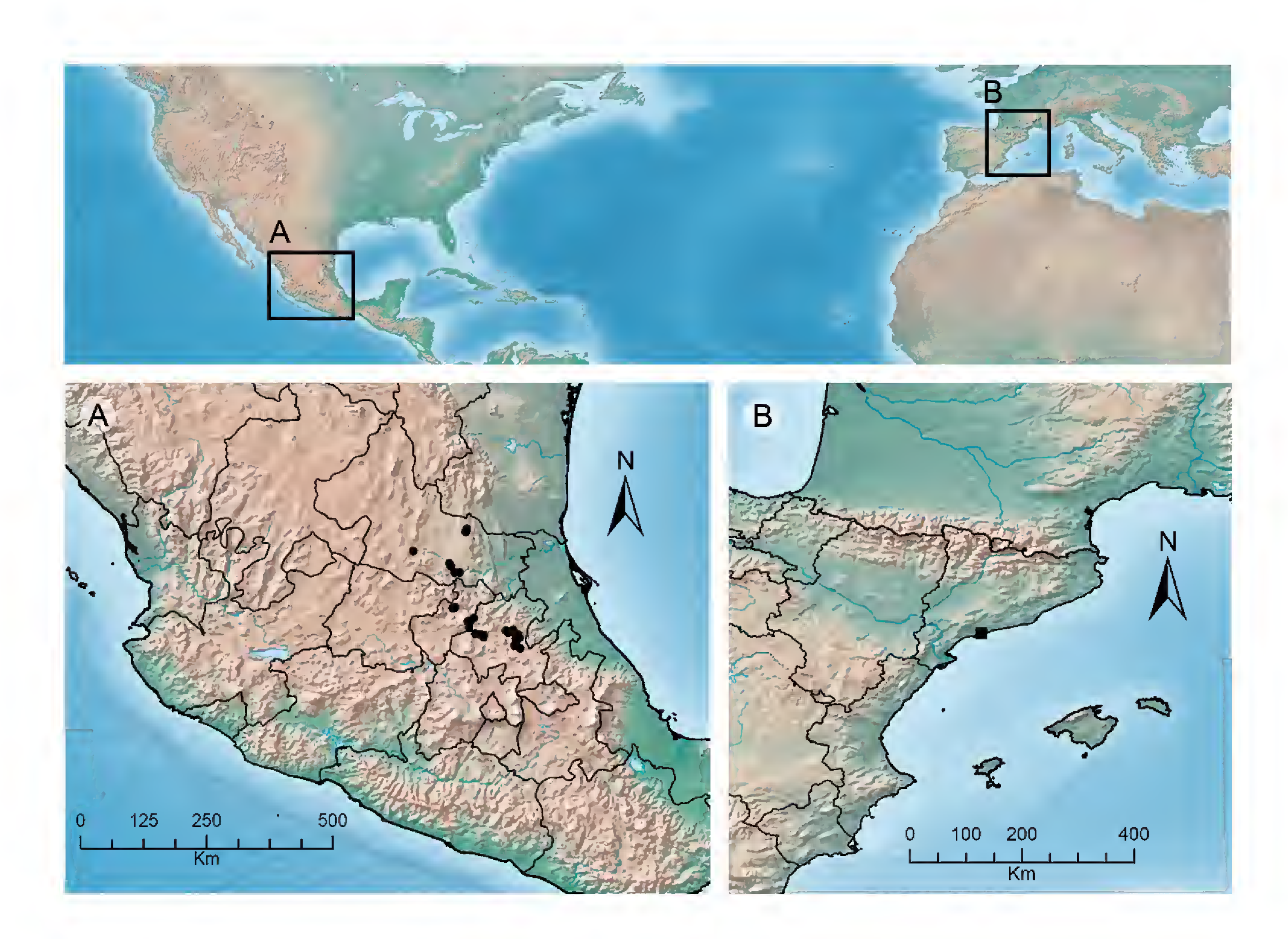


Fig. 1. Localización de las poblaciones naturales de *Agave difformis*, en su área nativa (México, en los estados de Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí; recuadro A) y fuera de su área nativa (en España, en la comunidad autónoma de Cataluña; recuadro B).

Martínez, 2010; Zepeda-Martínez et al., 2013; y espécimen depositado en el Herbario Nacional de México AGA804233, recolectado en el municipio de Peñamiller; http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:AGA804233).

Agave difformis fue descrita a partir de individuos cultivados, probablemente de origen mexicano (Standley, 1920). Berger (1915) indica que el tipo procede de la planta durante largo tiempo existente en La Mortola (Italia) y otros jardines europeos. Gentry (1982) señala que encontró un número importante de ejemplares de esta especie en macetas en Palermo (Italia) en 1969.

Según Gentry (1982) y Thiede (2001), *Agave difformis* forma rosetas subcaulescentes, variables, de 70-100 × 100-150 cm. Las hojas son muy polimórficas, rectas, falcadas o sinuosas, de 50-80 × 4-6 cm, de color verde a amarillo-verde, y con márgenes rectos u ondulados, firmes o separables, predominantemente gris claro. Los dientes marginales son también muy variables, generalmente de 5-10 mm, de color marrón oscuro a gris, espaciados 2-3 cm, raramente dobles, en ocasiones con dientes más pequeños entre los otros, o incluso muy reducidos o enteramente ausentes. El nombre dado por Berger ("difformis") se refiere presumiblemente a la presencia o ausencia de dientes, que caracteriza el clon que conoció (Gentry, 1982). La espina terminal es cónico-subulada, de 1.5-3 cm, de color marrón oscuro a gris. Las inflorescencias pueden alcanzar una gran altura (3.5-5 m; hasta 6 m según Scheinvar, 2008, en referencia a ejemplares de Metztitlán), espiciformes, con flores en el 1/3-1/2 superior de la inflorescencia. Las flores son pequeñas, de 30-40 mm, con tépalos de color verde claro a amarillo y rosa. Rocha et al. (2005) y Scheinvar (2008) indican que la inflorescencia tiene de promedio 90 flores, y que una planta puede producir de media 740 flores (de las cuales apenas la mitad acaban produciendo fruto). Según Scheinvar (2008), un fruto puede tener de media 117 óvulos, de los cuales poco más de un tercio forman una semilla viable (que son dispersadas por el viento). En cuanto a la polinización, se trata de una especie generalista (Rocha et al., 2005; Trejo-Salazar et al., 2015). Se han citado como polinizadores a murciélagos nectarívoros (*Leptonycteris yerbabuenae*, *L. nivalis* y *Choeronycteris mexicana*), que son atraídos por la gran cantidad de néctar que esta especie produce durante la noche, así como por abejas y abejorros (particularmente *Apis mellifera*, pero también *Bombus pennsylvanicus sonorus* y *Lasioglossum* (*Lasioglossum*) sp.) y diversos esfíngidos (*Erinnyis ello*, *Pachylia ficus*, *Sphinx lugens* y *Agrius cingulatus*, de acuerdo con Trejo-Salazar et al., 2015).

Esta especie presenta niveles de diversidad genética en la media dentro del género *Agave* (H_e (heterocigosis esperada) = 0.205, obtenida con marcadores ISSR (Inter Simple Sequence Repeats); Eguiarte et al., 2013). La diferenciación genética entre

sus poblaciones, aunque no muy elevada (F_{ST} (coeficiente de diferenciación genética) = 0.113; Eguiarte et al., 2013), debe calificarse de importante teniendo en cuenta que se trata de una especie de distribución muy restringida. Según Rocha (2006), presenta una estrecha relación con *A. xylonacantha* y *Agave* sp. (una especie todavía por describir, al parecer endémica de la Barranca de Metztitlán) desde el punto de vista genético. Gómez-Pompa (cf. Gentry, 1982) indica que la fibra de *xixi* (denominación local de *A. difformis* en Ixmiquilpán) era macerada y empleada para jabón.

PRIMERA CITA DE *AGAVE DIFFORMIS* COMO PLANTA ALÓCTONA

En el curso de una prospección de flora naturalizada en la provincia de Tarragona (noreste de la península ibérica) se descubrió una pequeña población de *Agave difformis*. La identificación se realizó mediante literatura especializada (Gentry, 1982; Thiede, 2001) y consulta de los herbarios ARIZ, ASU, DES, K, MEXU, MO, SLPM y US. Se ha depositado un pliego testigo en el herbario del Instituto Botánico de Barcelona (BC) (Fig. 2). También se ha trasplantado uno de los ejemplares que conforman la población al Jardín Botánico de Barcelona para su conservación ex situ. En octubre de 2014 se realizó un primer censo de los ejemplares, que se repitió en agosto de 2015 (diferenciando estadios de desarrollo). Aunque en la visita inicial (2014) se tomaron algunas medidas, en la segunda (2015) se hicieron numerosas de tipo morfométrico de una manera sistematizada que incluyeron: (1) altura de la roseta, (2) anchura de la roseta (diámetro mayor), (3) número de hojas de la roseta, (4) longitud de la hoja, (5) anchura de la hoja (en su punto más ancho, que se encuentra entre el tercio proximal y la mitad de la hoja), (6) longitud de los dientes marginales, (7) separación entre dientes, y (8) longitud de la espina terminal. Para tal propósito se escogieron solamente las rosetas que consideramos como “adultas” (las que tenían como mínimo 0.7 m de altura). Mientras que las tres primeras medidas (altura y anchura de la roseta más el número de hojas) se hicieron de todas las rosetas adultas, las de la longitud de la hoja, la anchura de la hoja y la longitud de la espina terminal se tomaron de cinco hojas (que nunca fueron basales ni terminales) seleccionadas al azar de diez rosetas adultas también escogidas aleatoriamente. De entre estas cinco hojas se eligió una al azar de la que se midió la longitud de todos los dientes marginales (excepto los situados en el décimo proximal y el tercio distal, que se descartaron) y la distancia entre éstos. Finalmente, se anotaron las especies acompañantes y se tomaron numerosas fotografías (mediante una cámara digital Finepix HS30; Fujifilm, Tokio, Japón).



Fig. 2. Hoja de un individuo de *Agave difformis* de la población de Tarragona (España). Pliego testigo depositado en el herbario del Instituto Botánico de Barcelona (BC 937141).

Agave difformis A. Berger, Agaven: 95. 1915.

ESPAÑA, Tarragona. Tarragona (Cala Romana), 41º07'3" N, 1º17'16" W, ca. 20 m, terreno inculto, junto a la carretera N-340, 12.X.2014, *J. López-Pujol* (BC 937141; Fig. 2).

Dicha población consta de dos pequeños núcleos. El primero ocupa una superficie aproximada de 12 m^2 (Fig. 3A), con un total de 34 rosetas en 2015 (30 en 2014). El segundo es de mayor tamaño, de unos 45 m^2, con 105 rosetas en 2015 (84 en 2014) (Cuadro 1). La población parece, por tanto, estar en expansión, ya que presentó un incremento de 18% en el número de rosetas en apenas 10 meses. Los dos núcleos están separados por unos escasos 50 m. De los 139 elementos, la mayoría (93) podemos considerarlos como "juveniles" (aquellos con una roseta inferior a 0.7 m; Fig. 3B), y ninguno portaba estructuras reproductivas. De entre los últimos, hay 29 que midieron menos de 30 cm de altura y que probablemente hayan nacido en la presente temporada (los cuales, por tanto, podemos asimilar a la fase de "hijuelo"). De hecho, la comparación entre los censos por fenofases entre 2014 y 2015 indica que, mientras algunos juveniles (7) habrían alcanzado el estadio de madurez, la mayoría de las rosetas que en 2014 estaban en el estadio de hijuelo ya habrían pasado a ser juveniles 10 meses más tarde (Cuadro 1).

Las 46 rosetas adultas promediaron 91.4 cm de alto y 133.3 cm de ancho (Cuadro 2), dentro del intervalo descrito para la especie (véase más arriba). Sin embargo, algunas superaron ligeramente tales dimensiones (la de mayor porte, por ejemplo, era de 110 cm de altura por 180 cm de anchura) lo que puede atribuirse a que éstas crecen en un lugar parcialmente sombreado (Fig. 3D). Respecto a las hojas, promediaron 81.4 cm de largo por 3.8 cm de ancho (Cuadro 2), aunque en los individuos de mayor porte superaron 95 cm de longitud y alcanzaron 5 cm de anchura. Las rosetas adultas en general presentaron pocas hojas (17 de media por roseta; con un máximo de 29). Los dientes (Figs. 2 y 3C) en general fueron más cortos (2.6 mm de media, aunque en algunos individuos superaron los 5 mm) y ligeramente con menos separación entre ellos (16.5 mm) respecto al protólogo de la especie. La longitud de las espinas terminales sí se situó dentro de los valores esperados para *Agave difformis* (1.54 cm de promedio; Cuadro 2). En la población no hay restos de inflorescencias ni rosetas secas, lo que parece constatar su origen reciente. Es probable que las 139 rosetas contabilizadas provengan de muy pocas plantas madre, dado que la especie produce largos rizomas de los que emergen hijuelos de reproducción vegetativa (Fig. 3E).

Aun tratándose de un complejo taxonómico cuyas especies son de muy difícil delimitación, tanto las claves de Gentry (1982) como las descripciones de éste y de



Fig. 3. *Agave difformis*. A. vista parcial del núcleo pequeño de la población ibérica (en primer plano, el individuo adulto de mayor porte); B. individuo juvenil (altura de la roseta inferior a 0.7 m); C. detalle de la separación de los dientes de las hojas en un individuo adulto; D. hábitat que ocupa la población de *A. difformis* (pequeño pinar de *Pinus halepensis* con restos de maquia litoral); E. detalle del rizoma. Fotografías J. López-Pujol.

Cuadro 1. Número de rosetas de *Agave difformis* censadas (y porcentaje) para cada una de las fenofases en octubre de 2014 y agosto de 2015.

Estadio	2014	2015
Hijuelo	38 (33.3%)	29 (20.9%)
Juvenil	37 (32.5%)	64 (46.0%)
Adulto vegetativo	39 (34.2%)	46 (33.1%)
Adulto reproductor	0 (0%)	0 (0%)

Nota: en el censo de 2015 no se ha detectado ningún individuo muerto ni desaparecido respecto al censo de 2014 (a excepción del individuo que se extrajo en 2014 para su conservación ex situ en el Jardín Botánico de Barcelona).

Cuadro 2. Variables morfométricas medidas en la población ibérica de *Agave difformis*.

Variable	Tamaño muestral	Media	Desviación estándar
Altura de la roseta	$N = 46$	91.35 cm	11.67 cm
Anchura de la roseta	$N = 46$	133.26 cm	28.31 cm
Número de hojas de la roseta	$N = 46$	16.98	3.96
Longitud de la hoja	$N = 50$	81.38 cm	7.80 cm
Anchura de la hoja	$N = 50$	3.83 cm	0.44 cm
Longitud de los dientes marginales	$N = 425$	2.59 mm	0.88 mm
Separación entre los dientes marginales	$N = 405$	16.48 mm	8.73 mm
Longitud de la espina terminal	$N = 50$	1.54 cm	0.13 cm

Thiede (2001) sitúan las plantas observadas en Tarragona como pertenecientes a *Agave difformis*. Dichos ejemplares son de mucho mayor porte que los de la especie probablemente más cercana desde el punto de vista morfológico, *A. lechuguilla* (que suelen medir 30-50 × 40-60 cm), aunque de tamaño parecido al de otro taxón muy vinculado, *A. funkiana* (60-90 × 120-180 cm; Gentry, 1982; Thiede 2001). Respecto a las hojas, también son significativamente mayores que las de *A. lechuguilla* (25-50 × 2.5-4 cm; Gentry, 1982; Thiede 2001) y carecen de la banda central decolorada propia de *A. funkiana* (Figs. 3A y 3B). La longitud de los dientes de los ejemplares tarraconenses es, en cambio, más acorde con lo esperable para *A. lechuguilla* (dien-

tes, 2-5 mm; separación entre los dientes, 1.5-3 cm) e incluso *A. funkiana* (dientes, 3-5 mm; separación entre los dientes, 1-2.5 cm; Gentry, 1982; Thiede 2001). En todo caso, debe tenerse en cuenta el gran polimorfismo de los dientes que se ha descrito en *A. difformis* (éstos pueden estar significativamente reducidos o incluso ausentes; Gentry, 1982); dicha variabilidad puede observarse perfectamente en los pliegos recolectados por H. S. Gentry: hay individuos con dientes casi inexistentes (por ejemplo, en el espécimen *Gentry 20095*) a otros que alcanzan 10 mm (p. ej. *Gentry 20081*). Además, para algunas de las localidades de la especie en México podría existir introgresión de *A. lechuguilla* en base a lo indicado por Gentry (1982); los individuos observados en Tarragona bien podrían corresponder a uno de estos genotipos con "trazas" de *A. lechuguilla*. Por otra parte, los dientes de las plantas tarraconenses raramente están inclinados hacia abajo, como es característico en *A. lechuguilla* y *A. funkiana*, y tampoco presentan coloración oscura (Figs. 2 y 3C), como es esperable en *A. funkiana* (Gentry, 1982; Thiede 2001). Finalmente, como último carácter diagnóstico cabe mencionar la irregularidad en el tamaño de los dientes y la separación entre éstos en *A. difformis* (característica observada en las rosetas de Cataluña; Figs. 2 y 3C), en contraposición a lo descrito para *A. funkiana* (Gentry, 1982; Thiede 2001).

La población de Tarragona se encuentra bajo un pequeño pinar de *Pinus halepensis* (Fig. 3D), con restos de maquia litoral (*Asparagus acutifolius*, *Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus lyciodes*, *Rubia peregrina* y *Smilax aspera*). Hemos observado numerosos taxones alóctonos, destacando *Agave franzosini* y *A. ingens* var. *picta* (esta última entremezclada con los individuos de *A. difformis*), *Albizia julibrissin*, *Aloe maculata*, *Araujia sericifera*, *Asparagus plumosus* y *A. sprengeri*, *Cotoneaster pannosus*, *Iris germanica*, *Lantana camara*, *Ligustrum lucidum*, *Mirabilis jalapa*, *Opuntia* sp. (muy abundante), *Opuntia* cf. *ficus-indica*, *Pittosporum tobira*, *Plumbago auriculata* y *Senecio angulatus*. La presencia de estos xenófitos, la mayoría de ellos ampliamente usados en jardinería, junto con *Nerium oleander* y *Coronilla* cf. *glauca* (especies, aunque autóctonas, también usadas como ornamentales, especialmente la primera), no resulta sorprendente dada la cercanía de una de las principales -y más antiguas- urbanizaciones de casas unifamiliares de la ciudad de Tarragona (Cala Romana). Los ejemplares de *A. difformis* observados, por consiguiente, es probable que procedan del abandono de restos de poda, tal y como se ha reportado para otros taxones de *Agave* y otras suculentas en la región (Guillot et al., 2009a, b, c). No descartamos que la especie se cultive de forma relativamente frecuente en jardines de la zona; de hecho, hemos podido observar una pequeña po-

blación plantada, formada por aproximadamente medio centenar de ejemplares (de los cuales uno presentaba inflorescencia), en una isleta de la red viaria pública de un municipio cercano (Salou, a menos de una veintena de kilómetros de la localidad estudiada de Tarragona; Fig. 4).

Nuestra búsqueda bibliográfica indica que los ejemplares de Tarragona conformarían la primera localidad de *Agave difformis* fuera de su área nativa en México en estado silvestre. Aunque la ausencia de inflorescencia dificulta su identificación, los caracteres vegetativos sitúan a los individuos observados dentro de *A. difformis*. Con los datos demográficos y ecológicos de que disponemos, podemos clasificar de manera provisional a *A. difformis* como un metáfito hemiagriófito según la terminología propuesta por Kornas (1990) para las especies alóctonas. *Agave difformis* fue probablemente introducida en la segunda mitad del siglo XX en la península ibérica bajo otro nombre. Comercializada a principios del siglo XXI por Viveros Jadeflor (Elche, provincia de Alicante, España), posteriormente a partir de este material ha sido reproducida y comercializada por Viveros Vangarden (Picanya, provincia de Valencia, España). Recomendamos el seguimiento periódico de esta población para obtener más datos sobre su comportamiento demográfico, además de realizar prospecciones adicionales en áreas cercanas. También creemos conveniente llevar a cabo estudios específicos encaminados a la delimitación filogenética de *A. difformis* y de los taxones con los que está íntimamente ligado. Hay que tener en cuenta que, además de *A. lechuguilla* y *A. funkiana*, algunos autores como M. Greulich (com. pers.) amplían este complejo taxonómico a otras entidades como *A. albomarginata* y *A. lophantha* (este último muy relacionado con *A. funkiana* según Gentry, 1982, y Thiede, 2001).

El hecho de que un taxón con un área de distribución natural muy restringida geográficamente (como es el caso de *Agave difformis*) se naturalice en otras áreas, en ocasiones muy remotas, no es un hecho aislado. Durante los últimos años en la España peninsular, especialmente a lo largo de sus zonas costeras mediterráneas, han sido citados numerosas plantas de taxones alóctonos escapados de cultivo que en su región de origen tienen una distribución muy reducida. Muchos de estos casos pertenecen a lo que denominamos comúnmente como “cactus y plantas suculentas”, parte de ellos citados por primera vez por los autores de este artículo en España, y en ocasiones, en Europa. Entre las razones para su establecimiento en la España mediterránea probablemente pueda citarse la enorme transformación de este territorio (lo que, como es bien sabido, facilita el establecimiento de especies alóctonas; Mack et al., 2000), un clima cálido y relativamente árido, generalmente libre de heladas, y una importante incidencia en el empleo de plantas introducidas suculentas y crasas



Fig. 4. A la izquierda, vista de los ejemplares plantados en una isleta de la red viaria de Salou. A la derecha, pueden observarse detalles de una inflorescencia (ya seca) de uno de los individuos. Fotografías J. López-Pujol.

en jardinería (agravada por la importante concentración de viviendas de segunda residencia con jardín especialmente en las zonas cercanas a la línea de costa). Dentro del mismo género *Agave*, podemos destacar *A. decipiens* (citado por primera vez en la península por Guillot y Meer, 2003a), que crece solamente en zonas costeras de Florida (Gentry, 1982; Thiede, 2001) y *Agave lurida* (citado por Guillot y Meer, 2008), que es nativa de una pequeña área en las tierras altas del estado mexicano de Oaxaca (Gentry, 1982). Dentro de la familia Cactaceae hay numerosos casos de

endemismos restringidos que se han naturalizado aquí (véase Guillot et al., 2009b para el detalle de las citas ibéricas): por ejemplo, del género *Cylindropuntia* ha sido citada *Cylindropuntia* × *tetracantha*, conocida solamente de la región alrededor de Tucson, Arizona (Britton y Rose, 1919); mientras que de *Opuntia* podríamos destacar la presencia, entre otros, de *O. engelmannii* var. *linguiformis*, de la que Anderson (2001) indica que es aparentemente nativa del centro de Texas, *Opuntia microdasys* var. *albispina*, observada por Bravo-Hollis (1978) cerca de la ciudad de San Luis Potosí, y *Opuntia phaeacantha* var. *flavispina*, también restringida a algunas zonas de Arizona (Earle, 1980). También existen ejemplos de plantas no americanas; dentro de la familia Crassulaceae, se han naturalizado en la península ibérica dos endemismos locales de las islas Canarias del género *Aeonium* (Guillot et al., 2009a): *Aeonium haworthii*, que se encuentra restringido al norte de la isla de Tenerife (Nyffeler, 2003) y *Aeonium percarneum*, de distribución restringida a la isla de Gran Canaria (Nyffeler, 2003). Por último, y también crasulácea, podemos destacar *Kalanchoe delagoensis* (Guillot et al., 2015), especie nativa de la provincia malgache de Toliara y no solo naturalizada en la España peninsular sino en una larga lista de países (Invasive Species Compendium, 2015).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Sr. José Manuel Ramos la ayuda prestada en la medición de las variables morfométricas en la población natural, al Sr. Samuel Pyke por encargarse del cultivo de un ejemplar de *Agave difformis* en el Jardín Botánico de Barcelona, y a los doctores Luis E. Eguiarte, Abisaí García-Mendoza, Michael Greulich, Alejandro Martínez-Palacios y Joachim Thiede por sus comentarios de índole taxonómica. Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto 2014SGR514 (programa “Ajuts a grups de recerca consolidats de la Generalitat de Catalunya”).

LITERATURA CITADA

Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. Portland, USA. 776 pp.

Arias, S. y E. Sánchez-Martínez. 2010. Una especie nueva de *Strombocactus* (Cactaceae) del río Moctezuma, Querétaro, México. Rev. Mex. Biodiv. 81: 619-624.

Arzate, K. M. 2009. Distribución de cinco especies de *Agave* y su relación con algunos parámetros ambientales en Metztitlán, Hidalgo. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 92 pp.

Aymerich, P. 2015. Nuevos datos sobre plantas suculentas alóctonas en Cataluña. Bouteloua 22: 99-116.

Badano, E. I. y F. I. Pugnaire. 2004. Invasion of *Agave* species (Agavaceae) in south-east Spain: invader demographic parameters and impacts on native species. Divers. Distrib. 10: 493-500.

Berger, A. 1915. Die Agaven. Verlag von Gustav Fischer. Jena, Deutschland. 288 pp.

Boreau, A. 1850. Notice sur l'*Agave americana*, suivie de la description de quelques plantes nouvelles ou peu connues. Bull. Soc. Ind. Angers Dep. Maine-et-Loire. 21: 249-272.

Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 743 pp.

Britton, N. L. y J. N. Rose. 1919. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. Vol. 1. The Carnegie Institution of Washington. Washington, USA. 236 pp.

Callen, E. O. 1965. Food habits of some pre-Columbian Mexican Indians. Econ. Bot. 19: 335-343.

Earle, W. H. 1980. Cacti of the Southwest. Rancho Arroyo Book Distributor. Phoenix, USA. 210 pp.

Eguiarte, L. E., E. Aguirre-Planter, X. Aguirre, R. Colín, A. González, M. Rocha, E. Scheinvar, L. Trejo y V. Souza. 2013. From isozymes to genomics: Population genetics and conservation of *Agave* in México. Bot. Rev. 79: 483-506.

Gentry, H. S. 1982. Agaves of continental North America. The University of Arizona Press. Tucson, USA. 670 pp.

Good-Avila, S. V., V. Souza, B. S. Gaut y L. E. Eguiarte. 2006. Timing and rate of speciation in *Agave* (Agavaceae). Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 103: 9124-9129.

Guillot, D. 2006. Un nuevo taxón invasor para la flora balear: *Agave ingens* A. Berger var. *picta* (Salm-Dyck) Berger. Blancoana 23: 113-119.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2003a. Las familias Agavaceae y Aloaceae en la Comunidad Valenciana. Flora Montiber. 23: 29-43.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2003b. Acerca de *Agave americana* L. var. *marginata* Trel. en la costa occidental de la Península Ibérica. Toll Negre 2: 16-17.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2003c. Acerca de *Agave ingens* Berger en la Comunidad Valenciana. Toll Negre 2: 18.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2004a. *Agave* × *cavanillesii*, nuevo híbrido descubierto en la Comunidad Valenciana. Flora Montiber. 28: 73-76.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2004b. Dos nuevos taxones del género *Agave* descritos en el Jardín Botánico de Valencia. Flora Montiber. 27: 54-56.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2004c. Respecto del primer icono del género *Agave* L. en Europa. Lagascalia 24: 7-17.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2005. Nuevos datos de las familias Agavaceae y Aloaceae en la costa mediterránea de la Península Ibérica. Flora Montiber. 30: 3-8.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2006a. Claves de las especies del género *Agave* L. cultivadas como ornamentales en la Península Ibérica e Islas Baleares. Acta Bot. Barc. 50: 441-457.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2006b. Un nuevo taxón alóctono potencialmente invasor para la flora ibérica, *Agave sisalana* var. *armata* Trel. Stud. Bot. 25: 139-141.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2008. Algunas citas nuevas del género *Agave* L., para la flora alóctona española. Bouteloua 4: 23-31.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2009. *Agave desmetiana* Jacobi, un nuevo taxón alóctono para la flora europea. Acta Bot. Malacit. 34: 251-254.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2010. Nuevos taxones vegetales alóctonos de jardinería en el área continental de NE de España: comportamiento e historia. Manag. Biol. Invasions 1: 6-12.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2011. Tres especies del género *Agave* L. recientemente introducidas en cultivo en España. Bouteloua 8: 8-12.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2013a. *Agave* × *winteriana* Berger, un nuevo cultivar en la flora alóctona de la Península Ibérica. Butll. Inst. Catalana Hist. Nat. 77: 153-154.

Guillot, D. y P. van der Meer. 2013b. Primeras fotografías de la inflorescencia de la forma verde de *Agave ingens* A. Berger, y una nueva cita de esta especie para la flora alóctona española. BV News Publ. Cient. 2013: 47-52.

Guillot, D. y L. Sáez. 2014. Algunas citas nuevas de plantas suculentas en Cataluña. Bouteloua 17: 7-15.

Guillot, D., E. Laguna, J. López-Pujol y C. Puche. 2015. *Kalanchoe delagoensis* 'Morvedre'. Bouteloua 22: 64-75.

Guillot, D., E. Laguna y J. A. Rosselló. 2009a. La familia Crassulaceae en la flora alóctona valenciana. (Monografías de la revista Bouteloua, 4). Jolube Consultor y Editor Ambiental. Teruel y Jaca, España. 106 pp.

Guillot, D., E. Laguna y J. A. Rosselló. 2009b. Flora alóctona valenciana: Familia Cactaceae (Monografías de la revista Bouteloua, 5). Jolube Consultor y Editor Ambiental. Teruel y Jaca, España. 148 pp.

Guillot, D., P. van der Meer, E. Laguna y J. A. Rosselló. 2009c. El género *Agave* L. en la flora alóctona valenciana (Monografías de la revista Bouteloua, 3). Jolube Consultor y Editor Ambiental. Teruel y Jaca, España. 94 pp.

Invasive Species Compendium. 2015. *Kalanchoe delagoensis* (chandelier plant) – datasheet. http://www.cabi.org/isc/datasheet/115050 (consultado el 13 de agosto de 2015).

Kornas, J. 1990. Plants invasions in Central Europe: historical and ecological aspects. In: Di Castri, F., A. J. Hansen y M. Debussche (eds.). Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, The Netherlands. pp. 19-36.

Mack, R. N., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout y F. A. Bazzaz. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. Ecol. Appl. 10: 689-710.

Nyffeler, R. 2003. *Aeonium*. In: Eggli, U. (ed.). Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae. Springer. Heidelberg, Germany. pp. 15-23.

Ramón-Laca, L. 1999. Las plantas americanas en la obra de Charles de l'Écluse: primeras citas en las cartas de Juan de Castañeda. An. Jard. Bot. Madr. 57: 97-107.

Rocha, M. 2006. Ecología evolutiva comparada en cinco especies de *Agave*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 165 pp.

Rocha, M., A. Valera y L. E. Eguiarte. 2005. Reproductive ecology of five sympatric *Agave littaea* (Agavaceae) species in Central Mexico. Am. J. Bot. 92: 1330-1341.

Rubal, J. J., D. Guillot y P. van der Meer. 2013. Dos nuevas especies del género *Agave* en la provincia de Cádiz (Andalucía, España). Bouteloua 16: 36-39.

Sáez, L., D. Guillot y P. van der Meer. 2014. Nuevas citas de Agaváceas (géneros *Agave* L. y *Yucca* L.) en la costa oriental de la Península Ibérica. Bouteloua 18: 131-140.

Sánchez, I., J. García de Lomas y E. Dana. 2009. Aportaciones al conocimiento de la xenoflora gaditana. Lagascalia 29: 296-313.

Sanz, M., E. D. Dana y E. Sobrino. 2004. Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad (Ministerio de Medio Ambiente). Madrid, España. 384 pp.

Sanz, M., D. Guillot y V. del Toro. 2011. La flora alóctona de la Comunidad Valenciana (España). Bot. Complut. 35: 97-130.

Scheinvar, E. 2008. *Agave difformis* Berger. In: Eguiarte, L. y E. Scheinvar (comp.). Agaves y cactáceas de Metztitlán: ecología, evolución y conservación. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F, México. pp. 44-47.

Serra, L. 2007. Estudio crítico de la flora vascular de la provincia de Alicante: aspectos nomenclaturales, biogeográficos y de conservación. Monografías del Real Jardín Botánico: *Ruizia*, 19. CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Madrid, España. 1414 pp.

Smith, G. F. y E. Figueiredo. 2007. Naturalized species of *Agave* L. (Agavaceae) on the southeastern coast of Portugal. Haseltonia 13: 52-60.

Standley, P. C. 1920. Trees and shrubs of Mexico (Gleicheniaceae-Betulaceae). Contr. U.S. Natl. Herb. 23(1): 1-169.

Thiede, J. 2001. Agavaceae. In: Eggli, U. (ed.). Illustrated handbook of succulent plants: Monocotyledons. Springer. Heidelberg, Germany. pp. 5-102.

Trejo-Salazar, R. E., E. Scheinvar y L. E. Eguiarte. 2015. ¿Quién poliniza realmente los agaves? Diversidad de visitantes florales en 3 especies de *Agave* (Agavoideae: Asparagaceae). Rev. Mex. Biodiv. 86: 358-369.

Zepeda-Martínez, V., M. C. Mandujano, F. J. Mandujano y J. K. Golubov. 2013. What can the demography of *Astrophytum ornatum* tell us of its endangered status? J. Arid Environ. 88: 244-249.

Recibido en marzo de 2015

Aceptado en noviembre de 2015.

Acta Botanica Mexicana 115: 27-42 (2016)

EL COMPLEJO *LONICERA PILOSA* (KUNTH) SPRENG. (CAPRIFOLIACEAE)

José Á. Villarreal-Quintanilla [1,4] Alma D. Ruiz-Acevedo[1], A. Eduardo Estrada-Castillón [3] y Diana Jasso de Rodríguez [2]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Botánica, Saltillo, Coahuila, México.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Fitomejoramiento, Saltillo, Coahuila, México.
[3]Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México.
[4]Autor para la correspondencia: javillarreal00@hotmail.com

RESUMEN

Se revisa el complejo de *Lonicera pilosa* (Kunth) Spreng., formado por *Lonicera cerviculata*, *L. pilosa* var. *pilosa* y *L. pilosa* var. *glabra*. Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional utilizando 38 caracteres morfológicos y 152 pliegos de herbario, encontrando que el complejo está formado por tres grupos, dos especies y una nueva variedad que aquí se propone.

Palabras clave: análisis multivariado, Caprifoliaceae, *Lonicera*.

ABSTRACT

The *Lonicera pilosa* (Kunth) Spreng complex, which consists of *Lonicera cerviculata*, *L. pilosa* var. *pilosa* and *L. pilosa* var. *glabra*, is reviewed. A multidimensional scaling analysis, using 38 morphological characters and 152 herbarium sheets, was applied. The complex is integrated by three groups, two species and a variety here proposed as new to science.

Key words: Caprifoliaceae, *Lonicera*, multivariate analysis.

INTRODUCCIÓN

El género *Lonicera* está formado por unas 150 especies agrupadas en una serie de secciones que, de acuerdo con Theis et al. (2008), no presentan monofilia. Se distribuye en regiones templadas y montañosas del Hemisferio Norte y muchos de sus elementos son cultivados como plantas de ornato. Este género diverso y complejo ha sido clasificado en dos subgéneros, cuatro secciones y 24 subsecciones, de las cuales cinco tienen representantes en México (subsec. *Purpurascentes*, *Distegiae*, *Longiflorae*, *Phenianthi* y *Cyhpeolae*) (Rehder, 1903). *Lonicera pilosa* fue descrita en 1818 como *Caprifolium pilosum* por Kunth. Es la especie del género con más amplia distribución en México (Villarreal-Quintanilla, 2000) y la más vistosa por sus inflorescencias colgantes, por su cáliz con un cuello corto a alargado y por sus flores largamente tubulares de color amarillo, anaranjado o anaranjado-rojizo. De acuerdo con la clasificación infragenérica de Rehder (1903), la especie se ubica en la sección *Phenianthi*, la cual originalmente incluye cinco especies (*L. arizonica*, *L. ciliosa*, *L. pilosa*, *L. sempervirens* y *L. subaequalis*), con flores actinomorfas o ligeramente bilabiadas, con tubo giboso o ventricoso, estambres insertos debajo de la parte media del tubo floral y el par de hojas superiores connadas. Dada su amplia distribución, sus flores llamativas y su fácil recolección, existe en los herbarios un gran número de pliegos de representantes de *Lonicera* y muchos de ellos están identificados con el nombre de *L. pilosa*. El estudio detallado de estos ejemplares nos permite deducir que bajo este nombre pueden encontrarse varios taxones fuertemente relacionados que forman un grupo taxonómico caracterizado por presentar flores del largo de las bracteólas y el cáliz cerca de la mitad del largo del ovario, corola de 4-5 cm de largo y estambres inclusos a ligeamente exertos. Con el propósito de clarificar esta situación y en espera de contribuir al mejor conocimiento de este complejo se presenta el siguiente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron cerca de 300 ejemplares (un poco más de la tercera parte son duplicados) depositados en los herbarios ANSM, CHAPA, CIIDIR, ENCB, MEXU y las bases de datos de ASU, IEB, TEX y XAL (Thiers, continuamente actualizado), en los cuales se encuentran las colecciones más representativas del género en el país. La revisión se realizó con el fin de registrar su distribución, así como analizar y comparar la variación morfológica del grupo, para posteriormente llevar a cabo la

medición y captura de los caracteres seleccionados para el estudio. Con el propósito de analizar las similitudes existentes entre los ejemplares del complejo de *Lonicera pilosa*, se realizó un análisis multivariado de escalamiento multidimensional con el método de Distancia Euclideana (Johnson y Wichern, 2007) en una Matriz de Coeficientes Gower, con base en caracteres morfométricos. Este análisis permite mostrar las relaciones de semejanza (proximidad) de los taxa a través de la representación gráfica de relaciones complejas mediante una configuración de puntos (Linares, 2001).

Previamente la matriz de datos se sometió a una correlación con ETA (nominal por intervalo) en el programa SPSS 17 (Meulman y Heiser, 2010). El coeficiente ETA indica la correlación entre variables cuantitativas y categóricas (De la Fuente-Fernández, 2011). Dado que los valores de correlación fue alta (cercana a 1) se transformaron los datos a coeficientes Gower, lo cual permite determinar el grado de semejanza entre individuos a los cuales se le han medido características cualitativas, cuantitativas (continuas y discretas) y binarias, con el uso del programa R (Gower, 1967; Chauza-López y Villa-Villada, 2011).

Para el análisis se examinaron 152 muestras de herbario disponibles (no se incluyeron duplicados, muestras incompletas o deterioradas), representativas de la diversidad morfológica del grupo y enumeradas como OTUs (Operational Taxonomic Units). Se seleccionaron 19 caracteres categóricos y 19 cuantitativos continuos, considerados de valor informativo (Cuadro 1). Los datos fueron analizados con el método de correlación utilizando el programa Minitab 16 (Greenacre, 2007). Las correlaciones fueron calculadas por Distancias Euclidianas en el programa SPSS 20.

Como parte del tratamiento taxonómico se construyó una clave para identificar los taxones. Se elaboraron descripciones morfológicas completas de las especies y especificaciones diagnósticas de las variedades, además de proporcionar información sobre el hábitat, floración y distribución de los taxones.

RESULTADOS

El agrupamiento de los ejemplares analizados guarda relación con la distribución geográfica. En la Figura 1 se observan tres grupos distintos, los dos de la izquierda, que muestran con mayor relación, son dos agrupaciones de *Lonicera pilosa*. Un tercer grupo ubicado en la parte derecha de la figura representa a una entidad diferente, que corresponde a *L. cerviculata* S. S. White (White, 1947), con distribución en el extremo septentrional de la Sierra Madre Occidental. *Lonicera pilosa*

Cuadro 1. Caracteres y estados de carácter empleados en el análisis de similitud.

1. Largo del pecíolo.
2. Forma de la hoja: 0 = oblonga, 1= elíptica.
3. Largo de la hoja.
4. Ancho de la hoja.
5. Proporción entre largo y ancho de la hoja.
6. Ápice de la hoja: 0= obtuso, 1= redondeado.
7. Base de la hoja: 0= obtusa, 1= redondeada.
8. Textura de la hoja: 0= herbácea, 1= coriácea.
9. Indumento del envés de la hoja: 0=glabro a escasamente pubescente. 1=densamente pubescente.
10. Hojas perfoliadas: 0= presentes, 1= ausentes.
11. Largo de las hojas perfoliadas.
12. Ancho de las hojas perfoliadas.
13. Largo de la inflorescencia.
14. Ancho de la inflorescencia.
15. Largo del pedúnculo.
16. Largo del cáliz.
17. Indumento del tubo del cáliz: 0=glabro, 1= piloso y glandular.
18. Indumento de los lóbulos del cáliz: 0=glabro, 1=piloso y glandular.
19. Largo del tubo del cáliz.
20. Largo de los lóbulos del cáliz.
21. Forma de la corola: 0= tubular, 1= campanulada.
22. Indumento externo de la corola: 0= ausente, 1= piloso.
23. Indumento interno de la corola: 0= ausente, 1= piloso.
24. Largo de la corola.
25. Ancho de la corola en la base.
26. Ancho de la corola cerca el ápice.
27. Forma de los lóbulos de la corola: 0= elípticos, 1= oblongos.
28. Largo de los lóbulos de la corola.
29. Ancho de los lóbulos de la corola.
30. Giba en el tubo de la corola: 0= ausente, 1= presente.
31. Ensanchamiento cerca de la base del tubo de la corola: 0= ausente, 1= presente.
32. Posición de los estambres: 0= exertos, 1= inclusos.
33. Color de la corola: 0= anaranjado-rojizo, 1= rojo-púrpura.
34. Largo del fruto.
35. Ancho del fruto.
36. Altitud: 0= 1300-1250 m, 1= 1251-3000 m.
37. Latitud: 0= 16º-22.5º N, 1= 22.6º-29º N.
38. Longitud: 0= 92º-100º W, 1= 101º-109º W.

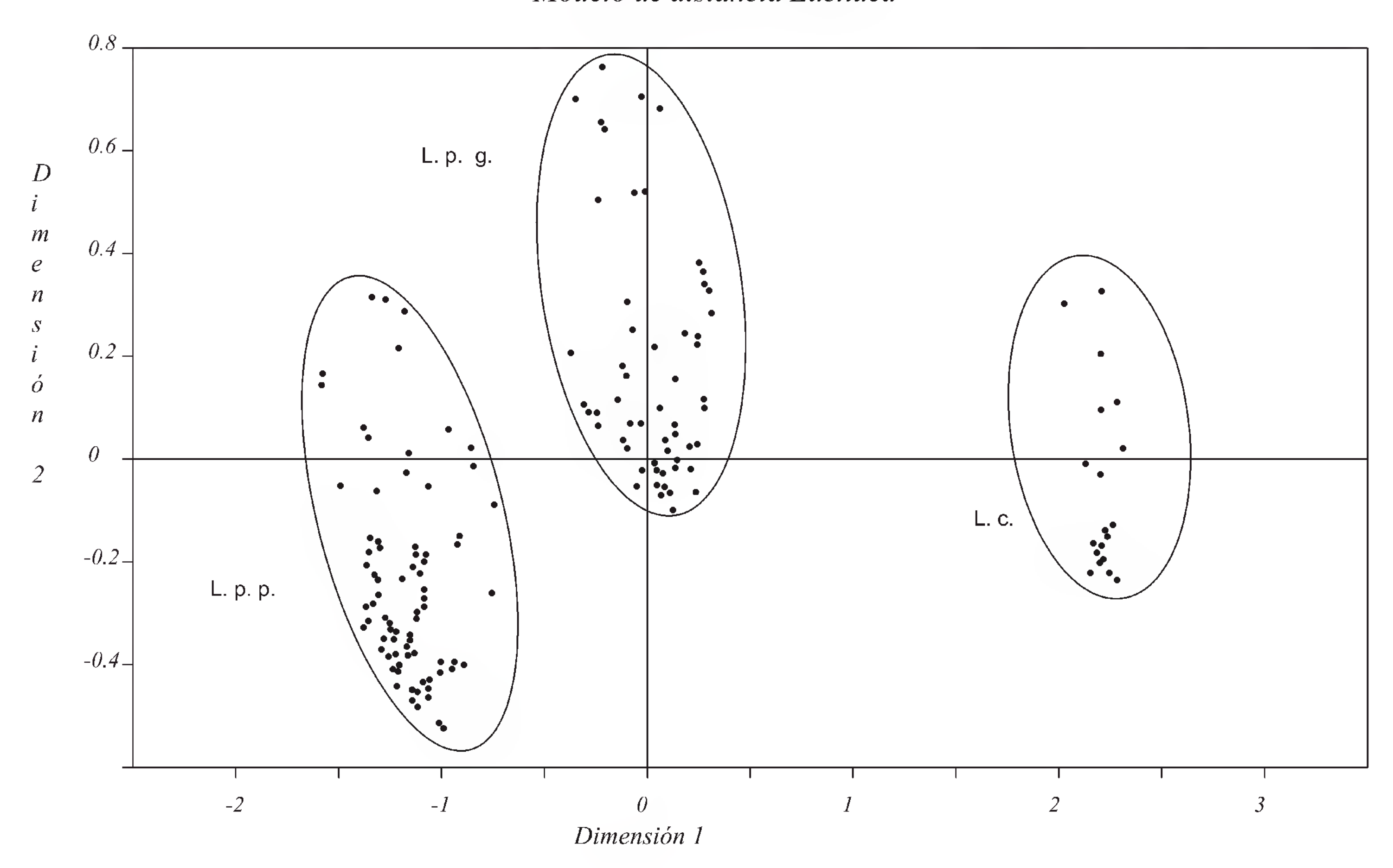


Fig. 1. Gráfica que muestra la agrupación de los representantes del complejo *Lonicera pilosa*. L.c. (*Lonicera cerviculata*), L.p.p. (*L. pilosa* var. *pilosa*), L.p.g. (*L. pilosa* var. *glabra*).

está formada por dos variedades, la típica con una distribución en el oriente, centro y sur del país y otra, aquí propuesta, que se distribuye en el centro y occidente del territorio nacional.

Lonicera cerviculata se conoce, hasta ahora, solo de la región montañosa occidental de Chihuahua y su colindancia con Sonora. La variedad típica de *L. pilosa* está registrada hasta ahora de 15 estados del país, en tanto que la nueva variedad se localiza en la Faja Volcánica Transmexicana y en la Sierra Madre Occidental, con representación en 11 entidades del país (Fig. 2). Reconocemos en este trabajo tres taxones para el complejo, todos ellos endémicos de México.

Clave para la separación de taxones del complejo *Lonicera pilosa*.

1. Tubo de la corola ensanchado cerca de la base; corola rojiza, con tintes púrpura-anaranjados, 15-24 mm de largo, glabra internamente; estambres inclusos .... *L. cerviculata*

1. Tubo de la corola con una giba basal; corola anaranjada, rojiza-anaranjada a amarillenta, de 30-50 mm largo, pilosa internamente; estambres ligeramente exsertos (*L. pilosa*).
   2. Pedúnculo, cáliz y corola con pubescencia pilosa y de pelos glandulares; cuello del cáliz de 0.5-1.0 mm de largo .... *L. pilosa* var. *pilosa*
   2. Pedúnculo, cáliz y corola, glabros; cuello del cáliz de 1.5-2.0 mm de largo .... *L. pilosa* var. *glabra*

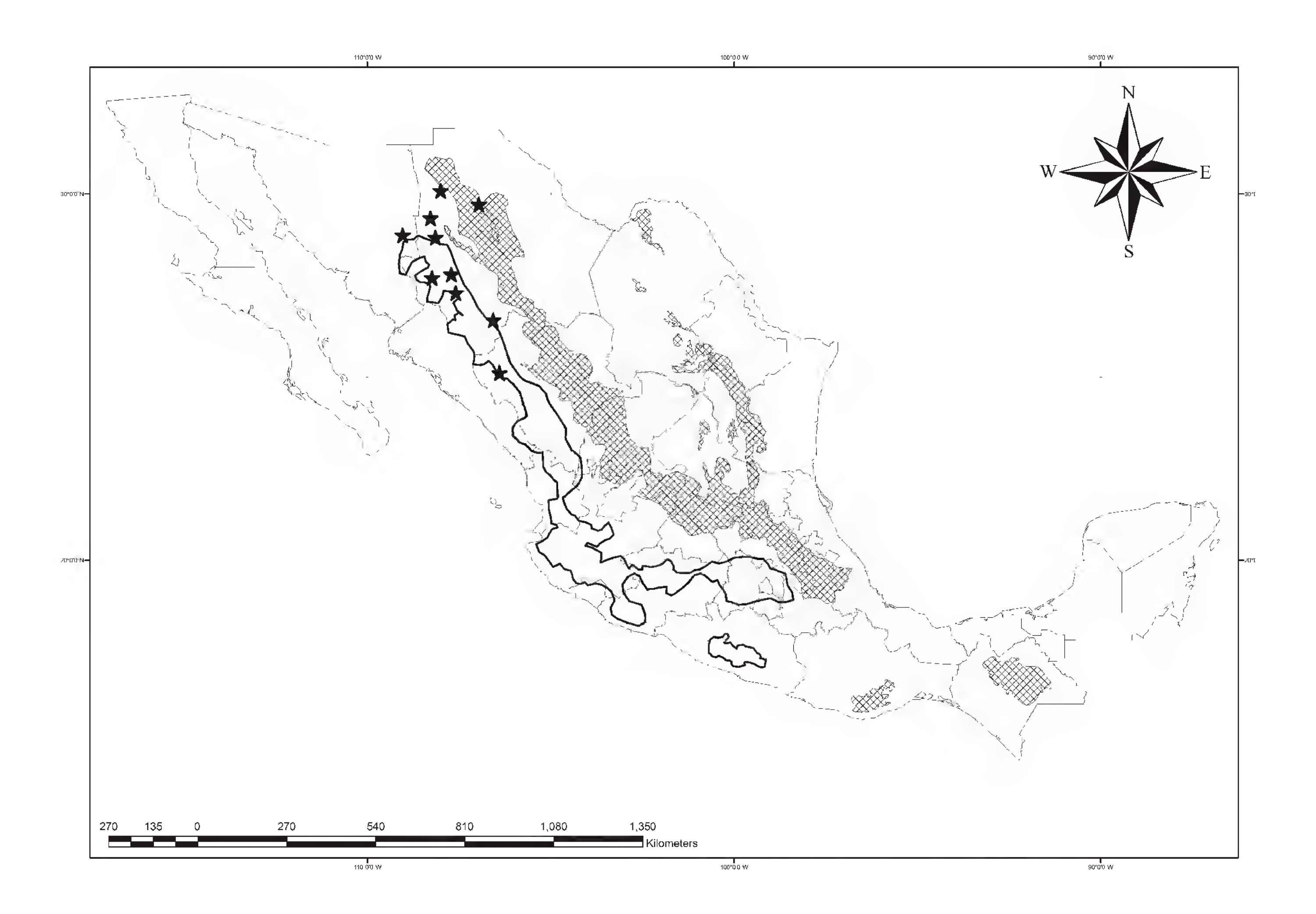


Fig. 2. Distribución conocida de las especies del complejo *Lonicera pilosa*. Estrellas (*L. cerviculata*), cuadriculado (*L. pilosa* var. *pilosa*) y blanco (*L. pilosa* var. *glabra*).

Lonicera cerviculata S. S. White, J. Arnold Arb. 28: 441. 1947. Tipo: MÉXICO. Sonora, Las Tierritas del Temblor, Sierra El Tigre, region of the Rio de Bavispe, 18 ago. 1940, *S. S. White 3422* (Holotipo: MICH!).

Arbusto semierecto a voluble, 1-5 m largo; tallos glabros a escasamente pilosos. Hojas con peciolos 2-6 mm largo, ligeramente pilosos a glabros, láminas oblon-

go-ovadas 3-12 cm largo, 18-45 mm ancho, ápice obtuso, base redondeada a cuneada, decurrente, margen entero, ligeramente involuto, las de los nudos superiores, anteriores a la inflorescencia, usualmente sésiles, en ocasiones connado-perfoliadas en la base, haz verde y glabro, envés glauco y pubescente, subcoriáceas, discoloras. Flores en espigas terminales, con 1-12 verticilos de 4-8 flores sésiles, glabros; cáliz gamosépalo, pentalobulado, ovoide, 2-3 mm largo, prolongado en un cuello de 1.0-1.5 mm, glabro, lóbulos elípticos a lanceolados, 0.8-1.2 mm largo, soldados en la base, glabros; corola gamopétala, pentalobulada, rojiza, con tintes púrpura-anaranjados, tubular a estrechamente campanulada, actinomorfa, 15-24 mm de largo, tubo ensanchado cerca de la base (Fig. 3A), lóbulos elípticos, 3-4 mm de largo, glabra interna y externamente; glándula nectarífera en la base ensanchada de la corola; estambres inclusos, filamentos glabros, anteras 4-5 mm largo; pistilo 12-18 mm de largo, estilo glabro, estigma subcapitado. Fruto globoso anaranjado-rojizo, 5-8 mm de diámetro, restos del cáliz persistentes; semillas 3-4, ovoides.

Hábitat. Orilla de arroyos, laderas rocosas, en bosques de pino-encino y de táscates en altitudes de 1400 a 2200 m.

Floración. Abril-julio.

Distribución. Norte de Sierra Madre Occidental.

Ejemplares examinados. MÉXICO. CHIHUAHUA. Between Maycoba, Sonora and Yepachic, 28°27'27" N, 108°31'10" W, 1524 m, 27 abr. 2002, *Baker 14356* (ASU); Mpio. Chihuahua, Parque Cumbres de Majalca, 2120 m, bosque de pino-encino-pastizal, 13 sept. 1997, *Estrada & Yen 7169* (ANSM); Mpio. Guachochi, Norogachi, pine-oak forest, 30 may. 1984, *Bye et al. 12817* (MEXU, TEX); Mpio. Madera, Arroyo del Pedernal, Ejido El Lago, *Rodríguez 25* (MEXU); Arroyo del Agua, *Rodríguez 341* (MEXU); Mpio. Ocampo, Parque nacional Cascada de Basaseachic, 28°10' N, 108°12' W, 1980 m, matorral, 4 oct. 1986, *Spellenberg 8842* (MEXU), *11859* (MEXU); Basaseachic falls area, along river, juniper woods, 1950 m, 9 jun. 1976, *Pinkava 13266* (ASU); 24 mi up Tinaja rd., Sierra La Brena on Sierra Madre Occidental, *Pinus-Quercus* wood, 8 jul. 1998, *Spencer 680* (TEX); 12 mi E of Pacheco, Sierra La Brena on Sierra Madre Occidental, 30°05' N, 108°21' W, 2057 m, 10 jun. 1998, *Spencer 692* (ASU); 31 mi of Mata Ortíz, south of Pacheco, Sierra La Brena, Sierra Madre Occidental, 30°22' N, 108°22' W, 24 sept. 1988, *Spencer 1092* (TEX); Mpio. San Pablo Balleza, 2 km al SW de Agostadero de Aguirre, *Cota 7179*

(MEXU, XAL); Mpio. Temosachi, Nabogame, 28º29' N, 108º28' W, 1800 m, oak woodland, 5 may. 1987 *King 426* (TEX); Nabogame, 28º 30' N, 108º30' W, 1800 m, oak woodland, 21 ago. 1987, *Laferrière 426* (ANSM, MEXU), *912* (ANSM, MEXU, TEX), *1665* (CHAPA). DURANGO: Mpio. Canelas, Cuevecillas, cercanía al campamento de la UCODEFO “ Topia”, 2680 m, bosque de pino-encino-abeto, 26 sept. 1990, *Bravo 1593* (ANSM, CIIDIR, MEXU); SONORA: N end of Mesa Campanero, Barranca El Salto, 28°21' N, 109°01' W, 21 jul. 1994, *Fishbein et al. 1714* (MEXU, TEX); 1.4 km W of restaurant Puerto de la Cruz on Mex 16, N of Mesa del Campanero, matorral, 26 may. 2004, *Van Devender & Reina 565* (MEXU).

Lonicera pilosa (Willd. ex Kunth) Spreng., Syst. Veg. 1: 178. 1825. *Caprifolium pilosum* Willd. ex Kunth, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 3: 427. Tab. 298. 1818. Tipo: MÉXICO. Hidalgo, *A. Humboldt & A. Bonpland s. n.*
= *Lonicera tubulosa* Benth., Pl. Hartw. 37. 1840. Tipo: MÉXICO. Hidalgo, Velasco, near Real del Monte. *K.T. Hartweg 292* (Holotipo: E!; isotipo: LD!). *L. pilosa* (Willd. ex Kunth) Spreng. forma *tubulosa* (Benth.) Rehder, Ann. Rep. Mo. Bot. Gard. 14: 172. 1903.
= *L. pilosa* (Willd. ex Kunth) Spreng. forma *schaffneri* Rehder, Ann. Rep. Mo. Bot. Gard. 14: 172. 1903. Tipo: MÉXICO. San Luis Potosí, chiefly in the region of San Luis Potosi, 22° N, 6000-8000 ft., *C.C. Parry & E. Palmer 297* (Sintipos: MO!, PH); *J.W. Schaffner 363* (Sintipos: MO, MICH); *Ghiesbreght 699* (Sintipo: MO).

Arbustos volubles, 4-6 m largo; tallos glabros a pilosos y con pubescencia glandular. Hojas con peciolos 3-12 mm largo, glabros, láminas oblongas, 2-7(-10) cm largo, 20-50 mm ancho, ápice obtuso a redondeado, base redondeada, algo decurrente, margen entero, en ocasiones revoluto, raramente ciliado, el par de hojas superiores, frecuentemente connadas-perfoliadas hasta la mitad de la lámina, haz glabro, envés usualmente pubescente, verde amarillento a glauco, ligeramente discoloras, subcoriáceas. Flores 4-8, en cimas terminales, ocasionalmente en espigas cortas, pedúnculos 2-40 mm largo, 2-4 mm ancho, glabros, brácteas, cuando presentes, foliáceas, elípticas, 8-16 mm largo; cáliz gamosépalo pentalobulado, campanulado, 2-3 mm largo, glabro o con pubescencia glandular, lóbulos deltoides, 0.8-1.2 mm largo, soldados, glabros a ciliados, o piloso-glandular; corola gamopétala pentalobulada, anaranjada, rojiza-anaranjada a amarillenta, tubular, regular, 3-5 cm largo, tubo floral con una giba en la base, lóbulos lanceolados a elípticos, 6-10 mm largo, glabra a pilosa y con pelos glandulares externamente, pilosa internamente, glándula nectarífera presente en la giba de la corola; estambres ligeramente exertos, pilosos en la base, anteras 5 mm largo; pistilo 32-55 mm de largo, glabro, estigma capitado.

Fruto globoso, rosado a rojo, 5-8 mm de diámetro, con restos del cáliz persistentes: semillas 3-4, ovadas.

Hábitat. Cañadas y lugares húmedos en bosques de pino-encino, de oyamel, mesófilos de montaña, encinares, matorrales y pastizales, en altitudes de 800 a 3200 m.

Floración. Casi todo el año.

Lonicera pilosa (Kunth) Spreng. var. **pilosa**

Flores con pedúnculo piloso, cáliz piloso con pelos glandulares, indumento escaso a denso en el tubo, siempre presente en el cuello y lóbulos, cuello 0.5-1.0 mm largo; corola pilosa y con pelos glandulares externamente (Fig. 3C), y pilosa internamente.

Distribución: Sierras Madres Oriental, Occidental y del Sur (Fig. 2).

Ejemplares examinados: MÉXICO. AGUASCALIENTES: Mpio. Calvillo, 12 km al N del Temazcal, *García 4442* (MEXU); Mpio. San José de Gracia, San José de Gracia, 23 jun. 1985, *García 2992* (IEB, MEXU); San José de Gracia, 22°08' N, 102°24' W, 8 jul. 1983, *Siqueiros 2291* (CIIDIR, IEB). CHIAPAS: Mpio. Comitán de Domínguez, carr. Teopisca-Comitán, frente a Cruz Quemada, *Chamé & Luna 20* (CHAPA, MEXU); Mpio. Chamula, Pathuitz, 16°51' N, 92°35' W, 6 jun. 1988, *Santiz 888* (CHAPA, TEX); Mpio. Ixtapa, paraje Vo´bit, 16°47' N, 92°48' W, 17 jun. 1966, *Laughlin 1092* (TEX); Mpio. San Cristóbal de las Casas, Peña María, rumbo a San Lucas, 16º41' N, 92º38' W, 2254 m, 28 jun. 1999, *Díaz 54* (ANSM); Col. Carrizal, *Mejía & Luna 432* (MEXU, XAL); Peña María, 16º41' N, 92º36' W, 2440 m, 28 jun. 1999, *Méndez 47* (ANSM); Mpio. Zinacantán, 600 m al SW de Chainatic, *Mejía & Luna 499* (MEXU). CHIHUAHUA: Along old railroad westward rancho El Ojito, 5 may 1959, *Correll & Johnston 21495* (ASU, MEXU, TEX); Majalca, 11 may. 1959, *Correll & Johnston 21770* (TEX). COAHUILA: Mpio. Arteaga, predio Santa Anita, Sierra Rancho Nuevo, 25º26' N, 100º33' W, 2703 m, bosque de pino, 10 sept. 2006, *Encina 1457* (ANSM); ladera alta de la Sierra La Veleta, Ejido Nuncio, 25º13' N, 100º18' W, 3096 m, bosque de oyamel, 12 jul. 2014, *Encina 3801* (ANSM); La Siberia, 2600 m, bosque de pino-encino, 25 jun. 1983, *Fernández 1616* (ANSM, CHAPA, CIIDIR, MEXU, TEX); Sierra La Viga, 4 mi E of Jame, 25°26' N, 100°35' W, pine forest, *Henrickson et al. 16095* (MEXU, TEX); Sierra Zapalinamé, 2990 m, 19

may. 1990, *Hinton 20270* (CHAPA, MEXU, TEX); Los Lirios-El Cercado, pine and oak wood, 2405 m, 29 jul. 1995, *Hinton 25425* (ANSM, TEX); Mesa de las Tablas, *Núñez 10* (MEXU); Sierra Madre Oriental, 25º13' N, 100º28' W, 2750 m, 25 jul. 1975, *Robert & Passini 15-43-14* (ANSM); Sierra de Arteaga, Cañón La Osamenta, 25º20' N, 100º39' W, 2300 m, bosque de pino piñonero, 26 may. 1990, *Villarreal & Carranza 5667* (ANSM, ASU, CHAPA, CIIDIR, MEXU); Mpio. Cuatrociénegas, Sierra de La Madera, 27°02' N, 102°23' W, 20 sept. 1972, *Chiang et al. 9425* (TEX); Sierra La Madera, Cañón La Hacienda, 27º03' N, 102º24' W, 2900 m, 5 ago. 1973, *Henrickson & Wendt 11937* (ASU, MEXU, TEX); 6 km de Ostula, *Pinus* wood, 12 ago. 1976, *Henrickson & Pigge 15285b* (MEXU, TEX); road to San Antonio, 2853 m, Douglas fir forest, 21 abr. 1976, *Pinkava 13569* (ASU); Sierra La Madera, Cañón El Invierno, 28 ago. 1974, *Wendt 645* (TEX); Mpio. Ocampo, Sierra Maderas del Carmen, above Campo Cinco, 17 jun. 1976, *Fryxell 2694* (TEX); aserradero Maderas del Carmen, 28°57' N, 102°34' W, 25 may. 1975, *Riskind 1780* (TEX); Sierra del Carmen, E of Moreno, *Spellenberg 9948* (MEXU); 20 km NW of Fraile, S*tanford et al. 450* (MEXU); Sierra Maderas del Carmen, Campo Tres, S of canyon El Club and Hell´s kitchen, *Wendt et al. 484* (MEXU, TEX); Mpio. Ramos Arizpe, Sierra de la Paila, Ejido El Cedral, 1300 m, 25 ago.1992, *Valdés 2210* (ANSM); Sierra de La Paila, El Cedral, 26º02' N, 101º23' W, 1300 m, bosque de *Quercus*, 2 nov. 1988, *Villarreal et al. 4952* (ANSM, MEXU), *Villarreal et al. 4759* (ANSM); Mpio. Saltillo, Puerto San Lorenzo, 2460 m, bosque de encino, 2 ago. 1979, *Arce s. n.* (ANSM); Cañón de San Lorenzo, 25º20' N, 100º55' W, 2532 m, bosque de encino, 6 jul. 2000, *Encina 456* (ANSM, IEB); Sierra de Zapalinamé, Cañón de Santa Rosa, 25º19' N, 100º57' W, 2427 m, bosque de encino-pino, 11 feb. 2002, *Encina 697* (ANSM). DURANGO: Mpio. El Mezquital, Las Cuevitas por el camino a Charcos, 2020 m, bosque de *Pinus-Quercus*, 11 may. 1987, *Acevedo 447* (ANSM, CIIDIR, MEXU); 40 km de La Escondida, 2740 m, bosque de encino-pino, 18 jun. 1992, *González 5152* (ANSM, CIIDIR, MEXU); Mezquital, 18 jul. 1985, *González 6263* (CIIDIR, IEB); Mpio. Guanaceví, 40-50 km al E de Guanaceví, *Hernández et al. 8331* (MEXU); 12 km E of El Salto, 23°50' N, 105°18' W, 23 jun. 1973, *Johnston et al. 11444* (TEX); Mpio. Pueblo Nuevo, Corralitos, 26 sept. 1982, *Fernández 1187* (CIIDIR, IEB); El Salto, 23°39' N, 105°44' W, 15 jun. 1951, *Gentry & Gilly 10612* (MEXU, TEX); 8-10 km al S de El Salto, *Hernández & Tenorio 7600* (MEXU); 5 km de la desviación hacia Chavarria, *Tenorio & Romero 6079* (MEXU); Maíz Gordo, rumbo a Pueblo Nuevo, 23º13' N, 104º56' W, 3034 m, bosque de pino-encino, 23 oct. 2010, *Vázquez et al. 59* (ANSM); Mpio. San Dimas, Mesa del Roble, San Miguel de Cruces, 2700 m, bosque de pino-encino, 20 may. 1990, *García & Acevedo 379* (ANSM, CHAPA,

CIIDIR, IEB, MEXU); Mesa del Roble, 26 may. 1990, *González & Acevedo 5008* (CHAPA, CIIDIR, IEB); Mpio. Santiago Papasquiaro, Santiago Papasquiaro, 29 jul. 1990, *Benítez 590* (CIIDIR, IEB); km 21 carr. Santiago Papasquiaro -Los Altares, *Benítez 1627* (CIIDIR, MEXU); 1.6 mi by Topia, 25°04' N, 105°49' W, 9 jul. 1983, *Corral 226* (TEX); Sierra de las Candelas, 30 mi NW of Santiago Papasquiaro, *Straw & Forman 1770* (MEXU); 14 km al W de Garame de Abajo, bosque de pino-encino, 15 jul. 1982, *Tenorio & Romero 984* (ANSM, MEXU, XAL); Mpio. Súchil, San Salvador de Ahorcados, 25 oct. 1986, *Acevedo 95* (CIIDIR, IEB); Cerro Las Iglesias, Sierra de Urica, 7 km al E de El Alemán, Reserva de la Biosfera La Michilia, *Acevedo 335* (CIIDIR, MEXU); Reserva de la biosfera La Michilía, 23°21' N, 104°11' W, 2400 m, bosque de *Quercus-Pinus*, 11 may. 1992, *García 1300* (ANSM, CIIDIR); Reserva La Michilia, arroyo San Pedro, *García 1660* (CIIDIR, MEXU); San Juan de Michis, 23°26' N, 104°07' W, 6 ago. 1981, *González y Acevedo 1825* (CHAPA, CIIDIR, IEB, MEXU, TEX); entrada al rancho El Cordón Santo, cerca del Cerro La Zorra, *González 3762* (CIIDIR, MEXU); Magueycitos, 20 km al SW de Rancho de Peña, *Martínez 597* (MEXU); Magueycitos, 2 jun. 1975, *Maury et al. 31* (CIIDIR, IEB, MEXU); Mpio. Tepehuanes, camino Tepehuanes-El Tarahumara, *Benítez 937* (CIIDIR, MEXU); Sierra Madre Occidental, 19 mi W of Ojito, *Reveal & Hess 3075* (MEXU). GUANAJUATO: Mpio. Dolores Hidalgo, carretera Dolores Hidalgo-Guanajuato, km 83, *Carranza 4057* (IEB, MEXU, XAL); carretera Guanajuato-Dolores Hidalgo, km 85, *Martínez 1011* (MEXU); Mpio. Guanajuato, Cañada La Virgen, *Cano 02* (CIIDIR, IEB, MEXU, XAL), *09* (IEB, MEXU); carretera Dolores Hidalgo-Guanajuato, km 38, *Kishler 760* (MEXU); camino a Agua Sabrosa-Viborillas, *Martínez 426* (MEXU); La Mesa de Hernández, Cardo Santo, *Martínez 648* (MEXU), *Martínez 820* (MEXU); El Ciervo, *Martínez 959* (MEXU); Presa Peralvillo, *Zamudio & Murillo 6387* (CIIDIR, IEB, MEXU, XAL); Santa Rosa de Lima, 5 sept. 1998, *Zamudio & Murillo 10820* (CIIDIR, IEB, MEXU, XAL); HIDALGO: Mpio. Epazoyucan, 1 km al S de Peñas Largas, 1 sept. 1963, *Rzedowski 30530* (ENCB, MEXU); El Guajolote, 20°06' N, 98°36' W, 17 jun. 1984, *Medina & Barrios 2576* (ENCB, MEXU, TEX); Mpio. Zimapán, 38 km al NE, *Hernández 3884* (MEXU); NUEVO LEÓN: Mpio. Aramberri, Cañón Los Capulines, San José de Raices, 6 ago. 1935, *Muller 736* (MEXU, TEX); Mpio. Doctor Arroyo, 46 km al N de Doctor Arroyo, 22 jun. 1970, *Flyr 1507* (TEX); San Antonio Peña Nevada, 24 may. 1992, *Hernández 2735* (TEX); San Antonio Peña Nevada, 23°48' N, 99°53' W, jul. 1977, *Wells & Nesom 368* (TEX); Mpio. Galeana, Cerro El Potosí, 20 jun. 1972, *Chiang et al. 8062* (MEXU, TEX); 2 miles S of Pablillo, 20 jul. 1958, *Correll & Johnston 19890* (ASU, MEXU, TEX); cima Cerro Potosí, 24°53' N, 100°12' W, 12

may. 1982, *Dorr & Atkins 2299* (MEXU, TEX, XAL); San Pedro Sotolar, pine oak wood, 31 may. 1983, *Dorr et al. 2646* (MEXU, TEX, XAL); camino Los Mimbres a San Rafael, 1950 m, matorral, 30 jun. 1991, *Estrada et al. 2045* (ANSM); 4 km al N del ejido Cieneguillas, bosque de *Pinus cembroides,* 12 jul. 1979, *Flores s.n.* (ANSM); Cerro El Potosí, clearing in mixed forest, 3190 m, 22 jun. 1969, *Hinton 17127* (TEX); Cerro El Voladero, 3 jul. 1984, *Hinton 17249* (TEX); Pablillo, 5 may. 1983, *Hinton 17370* (CHAPA, IEB, MEXU); El Potosí, 22 jun. 1969, *Hinton 18724* (TEX); Cerro El Potosí, open forest, 8 jul. 1963, *McGregor 341* (TEX); 15 mi SW of Galeana, 15 jun. 1934, *Muller 800* (MEXU, TEX), *Muller 2398* (MEXU, TEX); camino del ejido 18 de Marzo al Cerro del Potosí, *Yanéz & McDonald 224* (MEXU); Pablillo, 28 may. 1969, *Seigler 1364* (TEX); áreas cercanas a Pablillo, 24º30' N, 100º05' W, 2100 m, bosque de pino piñonero, 12 jun. 1985, *Villarreal et al. 3034* (ANSM, CIIDIR, MEXU, TEX); San José de la Marta, 25º10' N, 100º15' W, 1900 m, bosque de pino piñonero, 7 junio 1988, *Villarreal 4328* (ANSM, TEX); Mpio. Montemorelos, El Butano, 2000 m, bosque de coníferas, 3 jun. 2004, *Estrada et al. 16344* (ANSM); Mpio. Rayones, cima de la Sierra de la Marta, 25º09' N, 100º23' W, 3400 m, bosque de *Pinus hartwegii*, 19 may. 1995, *Villarreal et al. 8132* (ANSM); Mpio. Zaragoza, Cerro El Viejo, oak and pine wood, 2380 m, 29 jul. 1993, *Hinton 23262* (IEB, TEX); Cerro el Viejo, 2400 m, Cedar forest, 4 ago. 1993, *Hinton 23320* (ANSM, IEB, TEX); Cañada La Tinaja, 23°56' N, 99°49' W, 3 july 1988, *Patterson 5776* (TEX). OAXACA: Mpio. San Miguel del Puerto, Llano del Horno, *López 141* (MEXU). PUEBLA: Plantas del parque estatal General Lázaro Cárdenas, *Martínez 365* (MEXU), *718* (MEXU). QUERÉTARO: Mpio. Cadereyta, alrededores de El Doctor, *Hernández et al. 11019* (MEXU); alrededores de Chavarría, *Huerta 1505* (MEXU, XAL); 3 km al S de Chavarrias, 2800 m, bosque de pino piñonero, 19 jul. 1990, *Zamudio 7929* (ANSM, IEB, MEXU); Chavarría, Sierra El Doctor, *Zamudio & Carranza 6433* (IEB); Mpio. Jalpan, 4-5 km al poniente de La Parada, *Servín 325* (IEB, MEXU); Mpio. Landa, 1 km al SW de El Sabinito, *Rubio 1158* (CIIDIR, IEB, XAL); 1.5 km al NE de El Sabinito, *Rubio 1243* (IEB); 1.5 km al SE de La Yesca, *Rubio 2418* (IEB); 6-7 km al NE de Lagunita de San Diego, *Rubio 2577* (IEB, MEXU); Mpio. Pinal de Amoles, al SW de El Madroño, *Carranza 2694* (IEB); Mpio. San Joaquín, Campo Alegre, *Fernández 3296* (IEB, TEX). SAN LUIS POTOSÍ: Mpio. Charcas, Sierra de Monte Grande, *Reyes 823* (CHAPA); Sierra de Monte Grande, ladera Norte, *Reyes 917* (CHAPA); Ex convalli San Luis Potosí, *Schaffner 733* (MEXU); TAMAULIPAS: Mpio. Gómez Farías, El Paraiso, Rancho El Cielo, *González et al. 7502* (ANSM, MEXU); rancho El Julilo, 1800 m, bosque caducifolio, 25 sept. 1974, *González et al. 7503* (ASU, MEXU); El Paraiso, 7 km al

W del Rancho El Cielo, *González et al. 7504* (ANSM, MEXU); Mpio. Jaumave, 15 km al N de Julilo, *González & Martínez 3661* (MEXU); Mpio. Miquihuana, 17 km al NE de La Peña, *González et al. 7051* (MEXU). ZACATECAS: Mpio. Genaro Codina, carr. Guadalupe-Pabellón, km 80, *Balleza 16802* (MEXU); Sierra del Astillero, Tanque El Alto, 24°34' N, 101°04' W, 2 jul. 1973, *Johnston et al. 11553* (MEXU, TEX).

Lonicera pilosa (Kunth) Spreng var. **glabra** Villarreal, A. E. Estrada & A. D. Ruíz, var. nov. Tipo: MÉXICO. Durango, municipio de Mezquital, Ojo de Agua, 20 km de La Escondida por el camino a Los Charcos. 18.06.85. *S. González et al. 1755* (Holotipo: MEXU; isotipos: ANSM, CIIDIR, CHAPA).

Similar to *Lonicera pilosa* but flowers with peduncles and calyxes glabrous; calyx neck 1.5-2.0 mm long; corolla externally glabrous, internally pilose.

Flores con pedúnculo y cáliz glabros; cáliz con cuello 1.5 a 2.0 mm largo; corola glabra externamente y pilosa internamente (Fig. 3B).

Distribución: Sierra Madre Occidental y Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 2).

Ejemplares examinados: MÉXICO. CHIHUAHUA: Mpio. Guachochi, Norogachi, 15 jul. 1955, *Pennington 195* (TEX); Llano Grande, 23 may 1960, *Pennington 586* (TEX); Mpio. Guazapanes, on slope E and above Las Lagunitas, barranca de Chinipas, *Bye 6581* (MEXU); La Ciénega, 19 jul. 1965, *Pennington 64* (TEX); Mpio. Madera, arroyo La Quinta, ejido El Largo, 2100 m, bosque de pino-encino, 13 oct. 1990, *Benítez 2851* (ANSM, CIIDIR, IEB, MEXU); arroyo Las Garrochas, Ejido El Largo, 2600 m, 2 jul. 1990, *Bravo 921* (ANSM, CIIDIR, IEB, MEXU); 29 km E of Yepachic along road to Chihuahua, *Breedlove 61212* (MEXU); Cerro Mohinora, 10 miles S of Guadalupe y Calvo, *Straw & Forman 2038* (MEXU); Mpio. Ocampo, Basaseachi, 26 sept. 1986, *Torres & Tenorio 3810* (MEXU, TEX). DISTRITO FEDERAL: Del. Álvaro Obregón, Sector Limbo, *Ventura 2666* (MEXU); San Bartolo, 2700 m, matorral, 25 abril 1977, *Ventura 2698* (ASU, ENCB, MEXU); Santa Rosa, *Ventura 2817* (IEB, MEXU), *2718* (ASU, CHAPA, MEXU); Del. Cuajimalpa, Los Gavilanes, *Cesar & Rivera 298* (MEXU); Desierto de Los Leones, 19º19' N, 99º18' W, 23 mar. 1991, *Chávez s.n.* (ANSM); Desierto de Los Leones, *Lyonnet 1125* (ENCB, MEXU), *2135* (CHAPA, MEXU), *3077* (IEB, MEXU); Desierto de Los Leones, *Paray 491* (ENCB, MEXU); Thickets near Eslava, *Pringle 9380* (MEXU),

13009 (MEXU); Desierto de Los Leones, Sabandijas, *Rivera 4122* (MEXU); W of la Marquesa in Desierto de Los Leones, *Wonderly 203* (MEXU); Del. Magdalena Contreras, Cañada de Contreras, *Rivera et al. 3931* (MEXU); Del. Tlalpan, Pedregal de San Ángel, cerca de San Ángel, matorral, 27 de oct. 1966, *Diego 1200* (ENCB, XAL); Panteón Jardín, *Ulloa s. n.* (MEXU). DURANGO: paraje Arroyo Boscoso, 1 km antes de El Tarahumara, *Benítez 470* (CIIDIR, MEXU); Mpio. Canelas, Cuevecillas, 26 sept. 1990, *Bravo 30* (CIIDIR, IEB, MEXU); Route 40, ca 9 km E of El Salto, *Cruden 1304* (MEXU); Mpio. Mezquital, 3 km al W de Santa María Ocotlán, bosque de pino, 15 ago. 1984, *González 1409* (ANSM, CIIDIR, MEXU); Ojo de Agua, 20 km de La Escondida, 2719 m, bosque de pino-encino, 18 jun. 1985, *González et al. 1755* (ANSM); 8 km de La Guajolota, bosque de encino, 29 jul. 1985, *Solís 41* (CHAPA, IEB), *Solís 57* (ANSM, CIIDIR); La Guajolota, 22°57' N, 104°37' W, 29 jul. 1985, *Solís 916* (CHAPA, CIIDIR, IEB); Mpio. Nuevo Ideal, Sierra de Coneto, 24°55' N, 104°46' W, 2280 m, bosque de *Pinus-Quercus*, 25 may. 2002, *López et al. 121* (ANSM, CIIDIR, MEXU); Hacienda Coyotes, 63 road miles W-SW of Durango, *Maysilles 7485* (MEXU); *Mendía 14* (CIIDIR); Mpio. Pueblo Nuevo, Corralitos, 23°25' N, 105°22' W, 26 sept. 1982, *Fernández 1224* (CIIDIR, IEB); alrededores del Mil diez, 2 km al NW de El Salto, *Hernández & Tenorio 7505* (MEXU); 46 km de la desviación a San Miguel de Cruces, *Hernández et al. 7745* (MEXU); Mpio. Santiago Papasquiaro, Garame, 26 km al W de Santiago Papasquiaro, 1800 m, bosque de pino piñonero, 15 jul. 1982, *Hernández et al. 7910* (ANSM, MEXU), *7923* (MEXU, XAL). JALISCO: Mpio. Ayutla, 19 km WSW de La Ferrería, 19°57' N, 104°28' W, 1800 m, 12 ago. 2012, *Carrillo & Monroy 6739* (ANSM); Mpio. Tecatitlán, La Resbalosa, *Pichardo 122* (CHAPA); 7 mi W of Tecatitlán, *Rodman & Schnell 10* (MEXU); Mpio. Tolimán, El Timbre, cerca de Picachos, Cerro Grande, *Sánchez & Cruz s.n.* (MEXU); Camino del Tuito a Tlapa, después de la mina, *Téllez 6814 bis* (MEXU, XAL). MÉXICO: Mpio. Huixquilucan, ladera húmeda en bosque abierto, *Matuda 21570* (MEXU); Mpio. Jilotepec, encinar cercano a Coscomate, *Villaseñor 06* (MEXU); Mpio. Jilotzingo, Cerro Ñadó, al N de San Luis Ayucan, *Rzedowski 33988* (ENCB, MEXU); Cerro Venacho, al E de Amecameca, *Rzedowski 33972* (MEXU); San Francisco Acuautla, *Urbina s.n.* (MEXU); Mpio. Nicolás Romero, Colonia Libertad, 2300 m, matorral, 21 oct. 1978, *Ventura 3363* (ASU, ENCB, MEXU, XAL); Mpio. San Felipe del Progreso, orilla de arroyo, *Matuda 19742* (MEXU); San Luis Ayucan, *Matuda et al. 28289* (MEXU); Barranca Papaloaque, bajando a San Rafael, *Miranda 261* (MEXU); Mpio. Temascaltepec, Cajones, 22 may. 1933, *Hinton 3867* (ASU, DES); La Cumbre, Gavia Chica, 12 abr. 1936, *Hinton et al. 9010* (TEX); Mpio. Texcoco, 9 km al SE de Tequexquinahuac,

brecha a la cima del Cerro Tlaloc, *Charles & Perino 3433* (CHAPA); Sierra Tlaloc, *García 1795* (CIIDIR, MEXU, TEX); San Pablo Ixyoc, *Hahn 552* (MEXU); Cerro Tlaloc, *Koch & Koch 9512* (CHAPA); Texcoco, 9 km al S de Tequexquinahuacan, Cerro Tlaloc, *Perino 3433* (CHAPA, ENCB); Santa Catarina del Monte, 8 jun. 1985, *Ventura 4413* (ENCB, IEB, MEXU, TEX); Mpio. Valle de México, Cerro de León, *Matuda 19120* (MEXU). MICHOACÁN: Mpio. Nahuatzen, Cerro Pelón, 6 dic. 1985, *Martínez 410* (MEXU, IEB); salida poniente de Sicuicho, *Motte 240* (MEXU); MORELOS: Parque Nacional Lagunas de Zempoala, *Smith 51* (MEXU); Lagunas de Zempoala, *Vázquez 3217* (MEXU). NAYARIT: Mpio. Acaponeta, La Cienega, 10 mi. NW of Mesa del Nayar, *Norris & Taranto 14608* (MEXU). SINALOA: Mpio. Concordia, 50 km al NE de Concordia, carr. Mazatlán-Durango, *Ortíz et al. 270* (MEXU); El Palmito, *Vega 1426* (CHAPA, MEXU). SONORA: Mesa El Campanero, Arroyo Largo, *Van Devender et al. 410* (MEXU); Mpio. Yécora, Mesa El Campanero, barranca El Salto, 14 jul. 1997, *Van Devender 97-701* (TEX). ZACATECAS: Mpio. Teul de González Ortega, alrededores del Puente sobre el Río Patitos, 21°21' N, 103°33' W, 1700 m, 27 may. 2015, *Carrillo & Ramírez 7818* (ANSM).

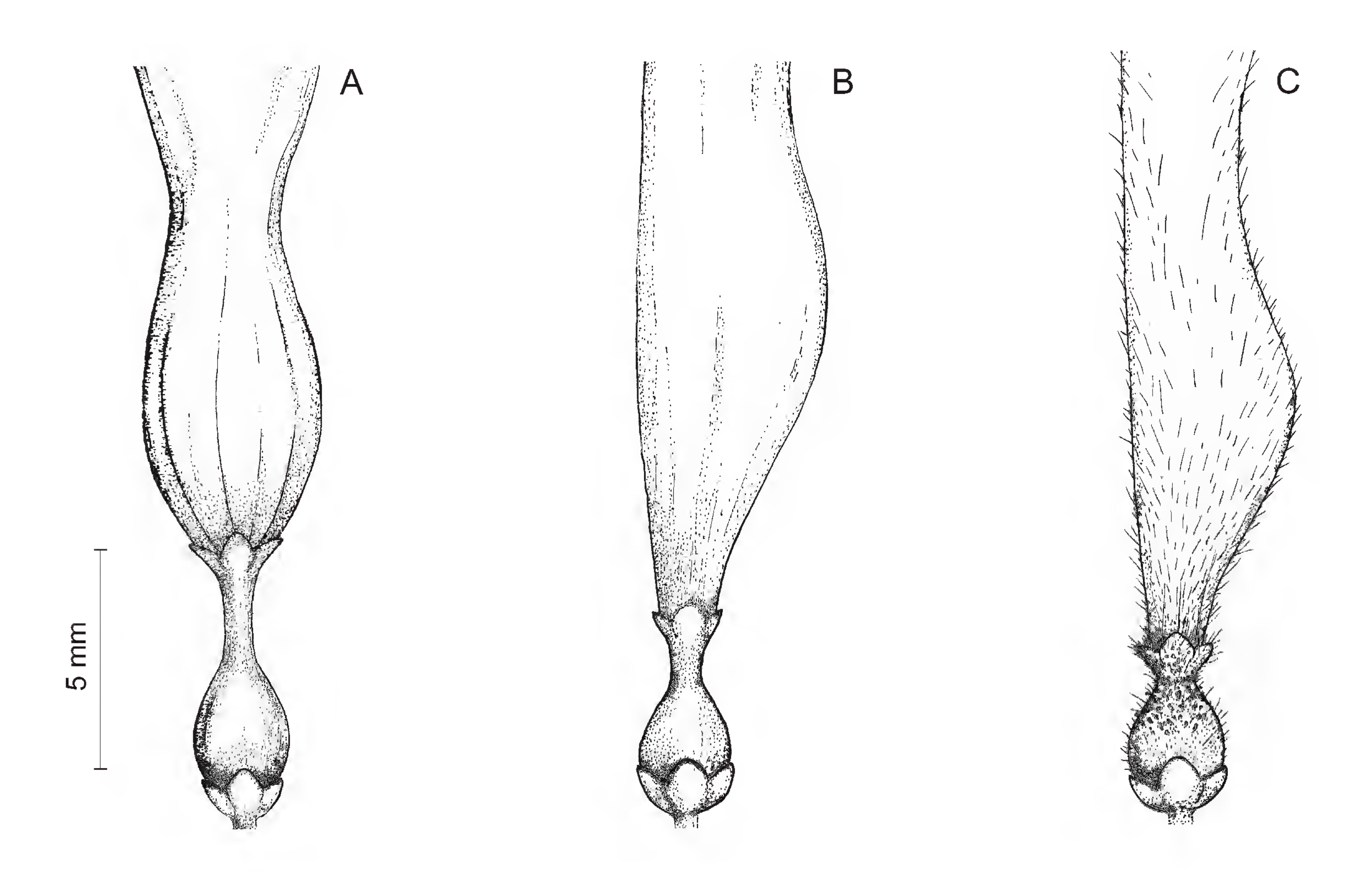


Fig. 3. Detalle de las flores en A. *Lonicera cerviculata*, B. *L. pilosa* var. *glabra*, C. *L. pilosa* var. *pilosa*. Ilustrado por Gabriel Gloria.

AGRADECIMIENTOS

A los curadores de los herbarios citados y a los revisores anónimos. Al M.C. Félix Sánchez Pérez por su ayuda con el análisis estadístico. Por el apoyo financiero otorgado por el CONACYT, a través de la beca 545819 a la estudiante Alma D. Ruíz A., y por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, mediante el proyecto 3614-2108, titulado Plantas endémicas y raras de Coahuila.

LITERATURA CITADA

Chauza-López, L. J. y E. A. Villa-Villada. 2011. Análisis de Conglomerados Comparando el Coeficiente de Similaridad de Gower y el Método Análisis Factorial Múltiple para el Tratamiento de Tablas Mixtas. Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia. 72 pp.

De la Fuente-Fernández, S. 2011. Tablas de Contingencia, Análisis de Variables Categóricas. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España. 52 pp.

Gower, J. 1967. A comparison of some methods of Cluster Analysis. Biom. J. 23: 623-637.

Greenacre, M. 2007. Correspondence analysis in practice. Second edition. Chapman & Hall. London, U.K. 311 pp.

Johnson, R. A. y D. W. Wichern. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. Sixth edition. Prentice-Hall. New Jersey, USA. 767 pp.

Linares, G. 2001. Escalonamiento Multidimensional: conceptos y enfoques. Rev. Inv. Oper. 22(2): 173-183.

Meulman, J. J. y W. J. Heiser. 2010. IBM SPSS Categories 19. SPSS Inc. Chicago, USA. 318 pp.

Rehder, A. 1903. Synopsis of the genus *Lonicera*. Ann. Rep. Mo. Bot. Gard. 14: 27-232.

Theis, N., M. J. Donoghue y J. Li. 2008. Phylogenetics of Caprifolieae and *Lonicera* (Dipsacales) based on nuclear and chloroplast DNA sequences. Syst. Bot. 33(4): 776-783.

Thiers, B. Continuously updated. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. http://sweetgum.nybg.org/science/ih/.

Villarreal-Quintanilla, J. A. 2000. Caprifoliaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes 88: 1-16.

White, S. S. 1947. New plants from northeastern Sonora, Mexico and notes on extensions of range. J. Arnold Arb. 28: 439-441.

Recibido en febrero de 2015.

Aceptado en enero de 2016.

Acta Botanica Mexicana 115: 43-49 (2016)

NOTA SOBRE LOS PRIMEROS REGISTROS HISTÓRICOS DE DOS PLANTAS INVASORAS EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA: CRÓNICA DEL MISIONERO JESUITA MIGUEL DEL BARCO

Pedro P. Garcillán[1,3] y Jon P. Rebman[2]

[1]Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Colonia Playa Palo de Santa Rita; 23096 La Paz, Baja California Sur, México.
[2]San Diego Natural History Museum, P.O. Box 121390, San Diego, CA 92112, USA.
[3]Autor para la correspondencia: ppgarcillan@cibnor.mx

RESUMEN

La fecha de introducción de las plantas invasoras en nuevas regiones es de gran relevancia ecológica, evolutiva y biogeográfica, pero suele ser difícil de determinar. Las fuentes históricas de la época de colonización europea pueden contener datos relevantes sobre la llegada de taxones no nativos a América. Durante el Periodo Misional Jesuita (1697-1768) se establecen los primeros asentamientos humanos permanentes y se introduce la agricultura y la ganadería en la Península de Baja California (PBC). Se revisaron textos escritos por los misioneros de esta orden relativos a la PBC y se encontraron datos precisos en la crónica de Miguel del Barco sobre la presencia y abundancia, en la primera mitad del siglo XVIII, de dos plantas actualmente invasoras en la región: *Arundo donax* y *Ricinus communis*.

Palabras clave: botánica histórica, especies exóticas, invasión biológica.

ABSTRACT

The date of introduction of invasive species in new areas is of high ecological, evolutionary and biogeographical relevance, although it can be difficult to determine. Historical sources on the European colonization period may contain relevant data about the arrival of some non-native taxa in America. During the Jesuit missionary period (1697-1768) in the Peninsula of Baja California (PBC), the first

permanent human settlements were established and agriculture and livestock were introduced. Written sources by Jesuit missionaries who were present in the PBC were reviewed and precise data were found in the chronicle of Miguel del Barco regarding the presence and abundance of two currently invasive plants *Arundo donax* and *Ricinus communis*, which had already arrived in the PBC by the first half of eighteenth century.

Key words: biological invasion, exotic species, historical botany.

Las plantas no nativas (exóticas, introducidas) son aquellas presentes en una región más allá de su área nativa debido al transporte de forma directa o indirecta por las actividades humanas (Blackburn et al., 2011). El tiempo de residencia de un taxon en la nueva área es de gran significación ecológica y evolutiva (e.g., Le Roux et al., 2011; Hui et al., 2013). El proceso de invasión biológica se desarrolla en etapas secuenciales (introducción, establecimiento, expansión, invasión) (Richardson et al., 2000; Blackburn et al., 2011), y el tiempo de residencia influye en el paso de unas fases a otras (La Sorte y Pyšek, 2009). El mismo ayuda a trazar las rutas y secuencia temporal de la introducción y expansión de las especies en nuevas regiones y permite contextualizar la biogeografía de las invasiones biológicas (Le Roux et al., 2011). Desafortunadamente, la fecha de introducción de tales elementos suele ser difícil de determinar y con frecuencia solo se puede establecer un tiempo mínimo de residencia con base en las primeras colectas o en fuentes históricas confiables (Rejmánek et al., 2005). La expansión colonizadora europea a partir del siglo XV abre un periodo de intenso intercambio biológico a nivel mundial (Crosby, 2003). En México, la época colonial (1521-1810) ha sido señalada por la intensa llegada de especies nuevas (Challenger, 1998), aunque su fecha y lugar de introducción se desconocen en la mayoría de los casos (Sánchez-Blanco et al., 2012).

La península de Baja California (PBC) combina la existencia de barreras biogeográficas naturales y un proceso de colonización europea bien establecido espacial y temporalmente, sobre todo en su primer siglo. Tales características la hacen propicia para delimitar los tiempos de llegada de algunas especies no nativas en esta etapa inicial. Descubierta en 1533, la colonización de la península se logra exitosamente a partir de 1697, bajo control exclusivo de los misioneros jesuitas presentes en ella hasta su expulsión en 1768 (Martínez, 2005). Este periodo de actividad de la mencionada orden religiosa (1697-1768) es de importancia clave desde la perspectiva de las invasiones biológicas, ya que con ella se establecen por primera vez asentamientos humanos permanentes y se introducen la agricultura y la ganadería.

El propósito del presente estudio es identificar las plantas actualmente invasoras en la PBC que llegaron en la época de colonización jesuita. Se han señalado numerosas especies introducidas como cultivos en las misiones jesuitas, en su mayoría propias de la agricultura mediterránea, aunque también algunas nativas de México, y que han perdurado en gran medida en los sistemas agrícolas de los oasis bajacalifornianos (Nabhan et al., 2010; de Grenade y Nabhan, 2013a,b). Sin embargo, el objeto del presente trabajo se dirige a las plantas no nativas que de acuerdo con Garcillán et al. (2013) tienen actualmente carácter invasor (18 de 230 especies introducidas naturalizadas). El comportamiento invasivo fue determinado por estos autores con base en altas densidades de sus poblaciones observadas en campo, al menos localmente, y su elevada capacidad de dispersión y expansión (Garcillán et al., 2013).

Se revisaron reportes, cartas y relaciones de los misioneros jesuitas que estuvieron en la PBC y solo se encontró información sobre este tipo de elementos en la *Historia natural y crónica de la Antigua California*, manuscrito escrito por el religioso Miguel del Barco alrededor de 1780 en su exilio en Bolonia y publicado por primera vez en 1988 en la excelente edición de Miguel León-Portilla (Del Barco, ca. 1780). Miguel del Barco permaneció 30 años (1738-1768) en la misión de San Javier, situada a 20 km al oeste de Loreto, en el centro de Baja California Sur, y su manuscrito es sin duda la fuente de historia natural más detallada y fidedigna correspondiente al periodo jesuita. A continuación se presentan extractos del texto que constatan el establecimiento ya en el siglo XVIII de dos especies actualmente invasoras en la PBC: el carrizo (*Arundo donax*) y la higuerilla (*Ricinus communis*).

***Arundo donax* L. (Poaceae):**

> *Asimismo en tales parajes [donde los arroyos conservan agua], si hay alguna tierra, nace mucho carrizo o caña, pero en toda la península es delgado y pequeño. Y si en algunas partes hay algún carrizo grueso y largo, como el de España, es llevado de la costa de enfrente, el cual, transplantado en la California, crece también como en cualquier parte. El carrizo propio de la California es comúnmente no más grueso que los dedos de la mano (exceptuando el pólice, porque raro carrizo habrá tan grueso) y aún en algunas partes los hay más delgados, que dicho menor* (del Barco, 1780 : 72).

El carrizo nativo ("delgado y pequeño" en palabras de del Barco) debe corresponder a *Phragmites australis* subsp. *berlandieri,* que es el único taxón de esta

especie registrado en la península, y el "grueso y largo…llevado de la costa de enfrente" se identifica como *Arundo donax*. Se considera que *A. donax* es nativo de Asia y que posteriormente se extendió a la Cuenca del Mediterráneo, donde posiblemente se diversificó (Mariani et al., 2010). Desde esta última fue introducido en el Nuevo Mundo. Tarin et al. (2013) detectaron seis conjuntos clonales en Norteamérica, uno de ellos con amplia distribución geográfica que incluye México, Texas y California. Todos los individuos analizados de México (Durango, Zacatecas, Veracruz y Quintana Roo) pertenecieron al mismo grupo genético (Tarin et al., 2013). En 1820 el carrizo ya era abundante en el río Los Ángeles, California (Dudley, 2000). Según Greenlee (1992) fue llevado a California por los misioneros españoles, pero otros autores consideran que se introdujo a principio del siglo XIX para control de la erosión en canales de drenaje (Bell, 1997). El registro de del Barco sugiere que la relación entre las poblaciones de México y California encontradas por Tarin et al. (2013) puede tener como conexión aquellas introducidas en la península de Baja California.

Actualmente *Arundo donax* crece a lo largo de los ambientes riparios de la península y al menos en el noroeste de Baja California hemos observado que puede alcanzar altas densidades. En esta región posiblemente afecte la presencia de especies nativas (e.g., *Platanus racemosa*, *Salix* spp.) y las condiciones hidrológicas de estos ambientes, como ha sido reportado en otros estudios (Coffman, 2007; Giessow et al., 2011).

Ricinus communis **L. (Euphorbiaceae):**

> *Con demasiada frecuencia, se halla en algunos parajes de los arroyos, o sus cercanías, un vegetal que, ni puede contarse entre las yerbas, porque dura algunos años con vida, ni entre las matas lignosas que forman los matorrales, porque el tronco de ésta, que llaman higuerilla, nunca llega a ser perfectamente madera… Sus hojas tienen alguna semejanza con las de la higuera, aunque son muy redondas, y quizá por eso le dieron el nombre de higuerilla… La fecundidad de la higuerilla es admirable: a un mismo tiempo tiene unos racimos ya secos por muy maduros, otros cercanos a madurar, otros verdes, ya menos adelantados, otros en flor y otros que van saliendo de nuevo. De esta suerte fácilmente se difunde esta semilla arroyo abajo, llevándola las crecientes en las lluvias y dejándola donde no se pierda. De un arroyo a otro la llevan los caballos en sus colas, porque, con las espinas que tiene en la corteza, fácilmente se enreda entre las cerdas* (del Barco, 1780 : 112-113).

La higuerilla (*R. communis*) es un arbusto perenne originario del este de África, cultivado desde hace varios miles de años en Egipto y ampliamente naturalizado alrededor del mundo (Scarpa y Guerci, 1982). Foster et al. (2010) en su estudio de poblaciones naturalizadas de Florida no encuentran evidencia de una dispersión significativa posterior al evento inicial de introducción. Sugieren que las plantas de una determinada región pueden proceder de múltiples eventos de introducción, probablemente asociados a las actividades humanas, ya que las cápsulas son pesadas y las semillas son expulsadas mecánicamente solo a algunos metros de la planta madre (Espirito-Santo, 2007). A este respecto es fascinante la información de del Barco sobre su capacidad reproductiva y su dispersión por lluvias torrenciales a lo largo de los cauces y por caballos entre cauces. La existencia de abundante ganado de pastoreo libre ("alzado" en palabras de del Barco) desde el comienzo de la colonización jesuita (Baegert, 1979; León-Portilla, 1988) hasta nuestros días (Martínez-Balboa, 1980; Inegi, 1997) posiblemente ayudó a su dispersión de forma rápida. Actualmente la planta está presente a lo largo de la península en zonas con disturbio antrópico o natural como bordes de caminos, asentamientos humanos y zonas riparias. En el noroeste mediterráneo de la PBC y en su extremo sur tropical de la Región del Cabo es una especie muy frecuente y localmente de elevada densidad.

Con base en los datos contenidos en el manuscrito de del Barco se puede afirmar que ambas especies eran ya frecuentes en la península a mediados del siglo XVIII. Sin embargo no se puede precisar su fecha de introducción. Es más probable que ésta ocurriera en el periodo de colonización exitosa (finales del siglo XVII o principios del siglo XVIII), pero no se puede descartar que se realizara durante la época de exploración e intentos fallidos de colonización que ocurrieron a partir de 1533.

Finalmente, cabe observar que otras especies introducidas como cultivos en las misiones jesuitas (del Barco, 1780; Baegert, 1979) están actualmente naturalizadas como la palma datilera (*Phoenix dactylifera*) o localmente escapadas, como en el caso del olivo (*Olea europea*), parra (*Vitis vinifera*), maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), sandía (*Citrullus lanatus*) y calabaza (*Cucurbita pepo*) (Rebman et al., en prensa).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer la cuidadosa revisión realizada por dos revisores anónimos cuyas sugerencias mejoraron significativamente el manuscrito original.

LITERATURA CITADA

Baegert, J. J. 1979. Observations in Lower California. University of California Press. Berkeley, USA. http://ark.cdlib.org/ark:/13030/ft5r29n9xv/. Consultado 27 abril 2015.

Bell, G. P. 1997. Ecology and management of *Arundo donax*, and approaches to riparian habitat restoration in Southern California. In: Brock, J. H., M. Wade, P. Pyšek y D. Green (eds.). Plant Invasion: Studies from North America and Europe. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. pp. 104-114.

Blackburn,T. M., P. Pyšek, S. Bacher, J. T. Carlton, R. P. Duncan, V. Jarosik, J. R. U. Wilson y D. M. Richardson. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. Trends Ecol. Evol. 26(7): 333-339.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Sierra Madre, S.C. México, D.F., México. 847 pp.

Coffman, G. C. 2007. Factors influencing invasion of giant reed (*Arundo donax*) in riparian ecosystems of Mediterranean-type climate regions. Ph.D. dissertation. University of California, Los Angeles, USA. 282 pp.

Crosby, A. 2003. The Columbian exchange biological and cultural consequences of 1492. 30th Anniversary Edition. Praeger, Westport, USA. 283 pp.

De Grenade, R. y G. P. Nabhan. 2013a. Baja California Peninsula oases: An agro-biodiversity of isolation and integration. Appl. Geogr. 41: 24-35.

De Grenade, R. y G. P. Nabhan. 2013b. Agrobiodiversity in an oasis archipelago. J. Ethnobiol. 33(2): 203-236.

del Barco, M. ca. 1780. Correcciones y adiciones a la historia o noticia de la California en su primera edición de Madrid, año de 1757. (Editado por M. León-Portilla como Historia natural y crónica de la Antigua California. Serie historiadores y cronistas de Indias/3, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1988, México D.F.). 482 pp.

Dudley, T. L. 2000. *Arundo donax* L. In: Bossard, C. C., J. M. Randall y M. C. Hoshovsky (eds.). Invasive plants of California's Wildlands. University of California Press. Berkeley, USA. pp. 53-58.

Espirito-Santo, M. M. 2007. Secondary seed dispersal of *Ricinus communis* Linnaeus (Euphorbiaceae) by ants in secondary growth vegetation in Minas Gerais. Revista Árvore 31: 1013-1018.

Foster, J. T., G. J. Allan, A. P. Chan, P. D. Rabinowicz, J. Ravel, P. J. Jackson y P. Keim. 2010. Single nucleotide polymorphisms for assessing genetic diversity in castor bean (*Ricinus communis*). BMC Plant Biol. 10: 1-13. http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/13. Consultado 24 febrero 2014.

Garcillán, P. P., J. L. León de la Luz, J. Rebman y J. Delgadillo. 2013. Plantas no nativas naturalizadas de la península de Baja California. Bot. Sci. 91(4): 461-475.

Giessow, J. H., J. Casanova, R. Leclerc, R. MacArthur, G. Fleming y J. Giessow. 2011. *Arundo donax* distribution and impact report March 2011. California Invasive Plant Council, USA. 238 pp. http://www.cal-ipc.org/ip/research/arundo/index.php Consultado 11 de febrero 2014.

Greenlee, J. 1992. The Encyclopedia of Ornamental Grasses. Michael Friedman Publishing Group, Inc. New York, USA. 186 pp.
Hui, C., D. M. Richardson, P. Pyšek, J. J. Le Roux, T. Kucera y V. Jarošík. 2013. Increasing functional modularity with residence time in the co-distribution of native and introduced vascular plants. Nat. Commun. 4, artículo 2454: 1-8. DOI: 10.1038/ncomms3454
Inegi. 1997. El ganado bovino en el Estado de Baja California Sur. Instituto Nacinal de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. 91 pp.
La Sorte, F. A. y P. Pyšek. 2009. Extra-regional residence time as a correlate of plant invasiveness: European archaeophytes in North America. Ecology 90: 2589-2597.
Le Roux, J. J., G. K. Brown, M. Byrne, J. Ndlovu, D. M. Richardson, G. D. Thompson y J. R. U. Wilson. 2011. Phylogeographic consequences of different introduction histories of invasive Australian *Acacia* species and *Paraserianthes lophantha* (Fabaceae) in South Africa. Divers. Distrib. 17: 861-871.
Mariani, C., R. Cabrini, A. Danin, P. Piffanelli, A. Fricano, S. Gomarasca, M. Dicandilo, F. Grassi y C. Soave. 2010. Origin, diffusion, and reproduction of the giant reed (*Arundo donax* L.): A promising weedy energy crop. Ann. Appl. Biol. 157: 191-202.
Martínez, P. L. 2005. Historia de Baja California. 4ª Edición. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México. 716 pp.
Martínez-Balboa, A. 1980. La ganadería en Baja California Sur. Volumen 1. Editorial J.B., La Paz, México. 229 pp.
Nabhan, G. P., J. García, R. Routson, K. Routson y M. M. Cariño-Olvera. 2010. Desert oases as genetic refugia of heritage crops: Persistence of forgotten fruits in the Mission orchards of Baja California, México. Int. J. Biodivers. Conserv. 2: 56-69.
Rebman, J.P., J. Gibson y K. Rich. En prensa. Annotated checklist of the vascular plants of Baja California, Mexico. Proc. San Diego Soc. of Nat. Hist.
Rejmánek, M., D. M. Richardson y P. Pyšek. 2005. Plant invasions and invasibility of plant communities. In: van der Maarel, E. (ed.). Vegetation ecology. Blackwell Science. Oxford, UK. pp. 332-355.
Richardson, D. M., P. Pyšek, M. Rejmánek, M. G. Barbour, F. D. Panetta y C. J. West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Divers. Distrib. 6: 93-107.
Sánchez-Blanco, J., C. Sánchez-Blanco, M. Sousa S. y F. Espinosa-García. 2012. Assessing introduced Leguminosae in Mexico to identify potentially high-impact invasive species. Acta Bot. Mex. 100: 41-77.
Scarpa, A. y A. Guerci. 1982. Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.). A review. J. Ethnopharmacol. 5: 117-137.
Tarin, D., A. E. Pepper, J. A. Goolsby, P. J. Moran, A. Contreras-Arquieta, A. E. Kirk y J. R. Manhart. 2013. Microsatellites uncover multiple introductions of clonal giant reed (*Arundo donax*). Invasive Plant Sci. Manag. 6(3): 328-338.

Recibido en mayo de 2015

Aceptado en enero de 2016.

Acta Botanica Mexicana 115: 51-64 (2016)

TRES ESPECIES NUEVAS DE MYRTACEAE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, MÉXICO

Erandi Sánchez-Chávez y Sergio Zamudio[1]

Instituto de Ecología, A.C.
Centro Regional del Bajío
Apartado Postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán, México
[1] Autor para la correspondencia: sergio.zamudio@inecol.mx

RESUMEN

Se describen e ilustran tres especies nuevas de Myrtaceae de los estados de Querétaro e Hidalgo: *Calyptranthes moctezumae*, *Eugenia queretaroana* y *E. huasteca*. *Calyptranthes moctezumae* está relacionada con *C. schlechtendaliana* y *C. schiedeana*, de las que se distingue por el menor número de nervaduras por hoja, peciolos de 1 a 5 mm de largo, y por habitar en bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y matorral submontano. *Eugenia queretaroana* es similar a *E. crenularis* y *E. pueblana*, de las que se distingue por el indumento cobrizo, peciolo terete, hipantio infundibuliforme y frutos elipsoidales con un falso estípite en la base. Por su parte *Eugenia huasteca* se puede relacionar morfológicamente con *E. capuli*; sin embargo, la primera presenta indumento simple, pardo rojizo a blanquecino y flores sésiles, características que la distinguen claramente de cualquier otra especie de este género.

Palabras clave: *Calyptranthes*, *Eugenia*, Hidalgo, México, Querétaro.

ABSTRACT

Three new species of Myrtaceae from Querétaro and Hidalgo, México are described and illustrated: *Calyptranthes moctezumae*, *Eugenia queretaroana* and *E. huasteca*. *Calyptranthes moctezumae* is related with *C. schlechtendaliana* and *C. schiedeana,* from which it is distinguished by the lesser number of nerves per leaf, petioles of 1 to 5 mm long, and because it occurs in tropical deciduous and subdeciduous forest, as well as submontane

scrub. *Eugenia queretaroana* is similar to *E. crenularis* and *E. pueblana*; nevertheless, it is distinguished by the coppery indumentum, terete petiole, infundibuliform hypanthium, and ellipsoid fruit with a false stipe at base. *Eugenia huasteca* is related with *E. capuli*, however, the new species is distinguishable from all the other species in the genus by the brownish-red to whitish indumentum of simple hairs and the sessile flowers.

Key words: *Calyptranthes*, *Eugenia*, Hidalgo, México, Querétaro.

La familia Myrtaceae se distribuye principalmente en las regiones tropicales del mundo, incluyendo parte de Australia y Nueva Zelanda; está formada por 140 géneros y cerca de 7000 especies (Landrum et al., 2009). En México se registran 10 géneros y aproximadamente 109 especies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales. *Calyptranthes* tiene aproximadamente 100 especies que se distribuyen desde México y el Caribe hasta el norte de Argentina; pocas se extienden ampliamente, pues la mayoría se concentran en áreas bien definidas, por lo que McVaugh (1963) reconoció varios centros de endemismo para el género. Por el contrario, *Eugenia* es uno de los géneros más diversos, con aproximadamente 1000 especies en América, distribuidas desde Florida y el Caribe hasta Argentina, con cerca de 109 adicionales conocidas de África y el sureste de Asia (Mazine et al., 2014).

Durante la revisión de la familia Myrtaceae para el tratamiento de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes se registraron cuatro géneros (*Calyptranthes*, *Eugenia*, *Myrcianthes* y *Psidium*) y 14 especies, incluyendo ejemplares de tres taxa de *Calyptranthes* y *Eugenia* que no se pudieron asignar a ninguna de las especies conocidas. Después de una serie de exploraciones botánicas en el estado de Querétaro para conocer las plantas en campo y obtener más material, se comprobó que se trata de tres especies nuevas para la ciencia, las que se describen formalmente a continuación.

Calyptranthes moctezumae E. Sánchez-Chávez & Zamudio sp. nov. Fig. 1.

Tipo: MÉXICO. Querétaro, municipio de Arroyo Seco, Las Adjuntas, 10 km al SE de Concá, 12 abril 1968, *J. Rzedowski 25614* (holotipo: IEB; isotipos: ENCB, IBUG).

Frutex 1-4 m altus; cortex griseo-lutescens in laminas tenues exfolians; ramuli teretes vel leviter compressi bicostati glabri sed trichomatibus aliquis in alabastris

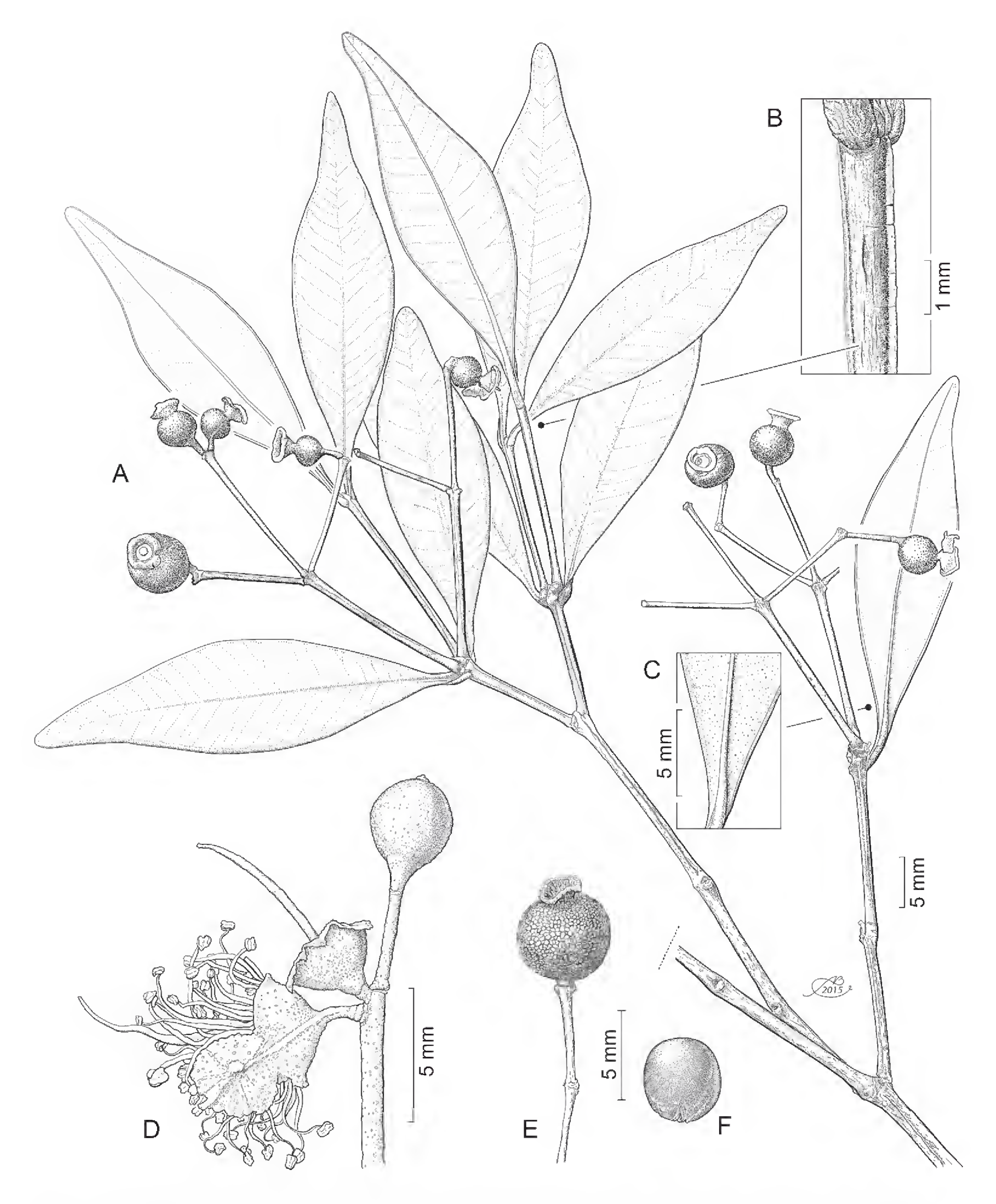


Fig. 1. *Calyptranthes moctezumae* E. Sánchez-Chávez & Zamudio. A. rama con frutos; B. acercamiento de la ramilla mostrando el tallo con dos costillas angostas; C. acercamiento del envés de la hoja mostrando el borde revoluto y las glándulas puntiformes; D. segmento de la inflorescencia mostrando la flor caliptrada; E. fruto; F. semilla. Ilustración de Alfonso Barbosa.

praesentibus. Petiolus canaliculatus 1-5 mm longus, lamina foliaris discolora elliptica ad subrhombica 2.3-5.3 cm longa, 1-2.2 cm lata, coriacea, utrinque glandulis punctiformibus dispersis, nerviis lateralibus 10-15 in quoque latere inconspicuis ascendentibus angulo 40-50º. Inflorescentiae axillares in dicasiis compositis, pedunculi compressi 1.8-2.5 cm longi. Flores 9-20 per inflorescentiam.

Arbusto de 1 a 4 m de altura; corteza gris-amarillenta, lisa, exfoliante en láminas delgadas; ramillas teretes a ligeramente comprimidas y 2-costilladas, glabras excepto por algunos tricomas rojizos en las yemas. Peciolo acanalado, de 1 a 5 mm de largo, por ±1 mm de ancho, glabro; lámina foliar discolora, verde-oscuro, algo lustrosa en el haz, verde-pálido en el envés, elíptica a subrómbica, de 2.3 a 5.3 cm de largo, por 1 a 2.2 cm de ancho, ápice acuminado a largamente acuminado, el acumen redondeado en la punta, base cuneada, decurrente, margen ligeramente revoluto, vena media plana, ligeramente cóncava hacia la base en el haz, convexa en el envés, nervios laterales inconspicuos, 10 a 15 por lado, generalmente elevados en el haz y envés, ascendentes con un ángulo de inclinación de 40 a 50 grados, nervio marginal levemente arqueado entre los laterales, distante 0.2 a 0.5 mm del margen, coriácea, con glándulas punteadas dispersas en el haz, pelúcido-punteadas en el envés. Inflorescencias axilares en dicasios compuestos, cerca del ápice de las ramas, de 2 a 5 cm de largo; pedúnculos comprimidos, amarillos a rojizos, de 1.8 a 2.5 cm de largo; brácteas y bractéolas deciduas. Flores 9 a 20 por inflorescencia; pedicelo de 4 a 6 mm de largo, por lo general la flor central del dicasio sésil, botón globoso, apiculado, de 2 a 3 mm de largo, por ±2 mm de ancho, caliptra en forma de cúpula, membranácea, glandulosa, hasta 3.5 mm de ancho; cáliz cerrado en el botón; pétalos ausentes, estambres 80 a 100, de hasta 4 mm de largo; estilo de ±5 mm de largo, ovario bilocular, óvulos 2 por lóculo; hipantio campanulado, de ±1.5 mm de largo, por ±1 mm de ancho en el ápice, glabro, glanduloso. Fruto globoso, inmaduro verde, rojo al madurar, de 5 a 9 mm de diámetro, glabro, coronado con el hipantio en el ápice. Semilla 1, radícula alargada, cotiledones foliáceos, contortuplicados.

Material adicional examinado. MÉXICO. Querétaro: municipio de Arroyo Seco: río Santa María, aprox. 3 a 4 km río abajo del Puente Concá, *E. Carranza 1786* (ENCB, IBUG, IEB, MEXU, QMEX); río Santa María, ±3 km al NE de las Adjuntas con el río Concá, *S. Zamudio y E. Sánchez 16358* (IEB); municipio de Jalpan: La Isla, en la orilla del río Santa María, 6 km al N de El Carrizal, *R. Fernández 4473* (ENCB, IEB); al SO de Tanchanaquito en la desembocadura del cañón de Tanquizul al río, *L. López 312* (IEB). Hidalgo: municipio de Pacula: camino de descenso al río Moctezuma, vereda de Pacula-Rancho la Peña-Río Moctezuma, *A. Castro-Castro 772* (IBUG).

Calyptranthes moctezumae sobre todo ha sido colectada en el extremo nororiental de Querétaro, en donde es un elemento abundante en cañadas y laderas de roca caliza entre el bosque tropical caducifolio y el matorral submontano, con menor presencia en el bosque tropical subcaducifolio. Habita en los cañones de los ríos que forman parte de la cuenca del río Pánuco, como son el río Concá, en el municipio de Arroyo Seco y los ríos Santa María y Moctezuma en el municipio de Jalpan, encontrándose también en este último río en el municipio de Pacula, Hidalgo. Crece en elevaciones de 250 a 600 m. Se le ha encontrado en floración de marzo a junio, con frutos a partir de mayo. Debido a su distribución limitada y a las amenazas a que están sujetos el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio de la zona de estudio se le considera vulnerable a la extinción.

El género *Calyptranthes* es exclusivo de las regiones tropicales y subtropicales de América, e incluye cerca de 100 especies (Landrum et al., 2009). Además de *C. moctezumae*, otras 24 se distribuyen en México y pueden distinguirse entre otros caracteres por el tipo de indumento que presentan. Morfológicamente esta especie está relacionada con *C. schlechtendaliana* y *C. schiedeana*, con las que se puede confundir pues comparten la condición glabra en ramillas e inflorescencias. La confusión entre estas entidades no solo se debe a la semejanza morfológica, sino también a su distribución, dado que las tres se encuentran en el sur de la Sierra Madre Oriental. Sin embargo, *C. moctezumae* presenta varias características claramente distintivas como son las hojas elípticas a subrómbicas, menor número de nervaduras por hoja, y habita en el bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y matorral submontano. Otras diferencias se encuentran en el Cuadro 1.

El nombre de la especie hace referencia al río Moctezuma, donde es una especie común.

Eugenia queretaroana E. Sánchez-Chávez & Zamudio sp. nov. Fig. 2.

Tipo: MÉXICO. Querétaro, municipio de Landa, 3 km al SE de San Juan Los Tubos, 17 junio 1990, *H. Rubio 1595* (holotipo: IEB; isotipos: MEXU, QMEX).

Arbor vel frutex 4.5-15(-25) m altus; cortex brunneo-rubescens leviter fisuratus; ramuli compressi vel teretes hirtuli trichomatibus brevibus simplicibus cupreis aetate albescentibus persistentibus ut in petiolo, costa et inflorescentia. Petiolus teres (4.5-)5-7(-8) mm longus, folii lamina ovato-elliptica ad elliptica 4.5-8.7(-10) cm longa, 2.1-4.9 cm lata, margine undulato et revoluto. Inflorescentiae axillares, racemis 1-2 per axillam, interdum in ramorum defoliatum nodis, axis angulosus (1-)2-7.5

Cuadro 1. Principales diferencias entre *Calyptranthes schiedeana*, *C. schlechtendaliana* y *C. moctezumae*.

Caracter	*C. schiedeana*	*C. schlechtendaliana*	*C. moctezumae*
Forma de crecimiento	árbol de 2-15 m	arbusto o árbol de 2-6 m	arbusto de 1-4 m
Ramillas, forma	teretes, 2-costillada	comprimidas o teretes	comprimidas o teretes, 2-costillada
Peciolo, largo	3.5-6 mm	3.5-6 mm	1-5 mm
Hoja, forma	ovado-elíptica	obovada u obovado-lanceolada	elíptica a subrómbica
Hojas, largo x ancho	3.7-8.3 x 2.1-4.3 cm	3.2-6.5 x 1-2.4 cm	2.3-5.3 x 1-2.2 cm
Núm. de nervios laterales	25-35 por lado	17-24 por lado	10-15 por lado
Ángulo de las nervaduras laterales con respecto de la central	más de 45°	menos de 45°	más de 45°
Textura de la hoja	cartácea	coriácea	coriácea
Tipo de glándulas	pelúcido-punteadas	impresas-punteadas	pelúcido-punteadas
Inflorescencia, largo	4.5-8 cm	3-5 cm	2-5 cm
Núm. de flores por inflorescencia	30-50	10-15	9-20
Pedúnculo, largo	2-4 cm	1-2.2 cm	1.8-2.5 cm
Botón, largo	1.3 mm	hasta 4 mm	1.3 mm
Hábitat	bosque de encino, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio y vegetación riparia	bosque de encino, bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio y bosque tropical caducifolio	bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y matorral submontano

mm longus, bracteolae persistentes deltatae ad lanceolatae 0.5-1 mm longae. Flores 3-9 per inflorescentiam, pediceli 1-4 mm longi; calycis lobuli deltati, hypanthium infundibuliforme. Fructus ellipsoideus, sui basi turbinata stipitem falsum ad 3 mm longum in maturitate formanti.

Árbol o arbusto de 4 a 15(-25) m de altura; corteza pardo-rojiza, ligeramente fisurada; ramillas comprimidas o teretes, lisas, hírtulas, glabrescentes con la edad;

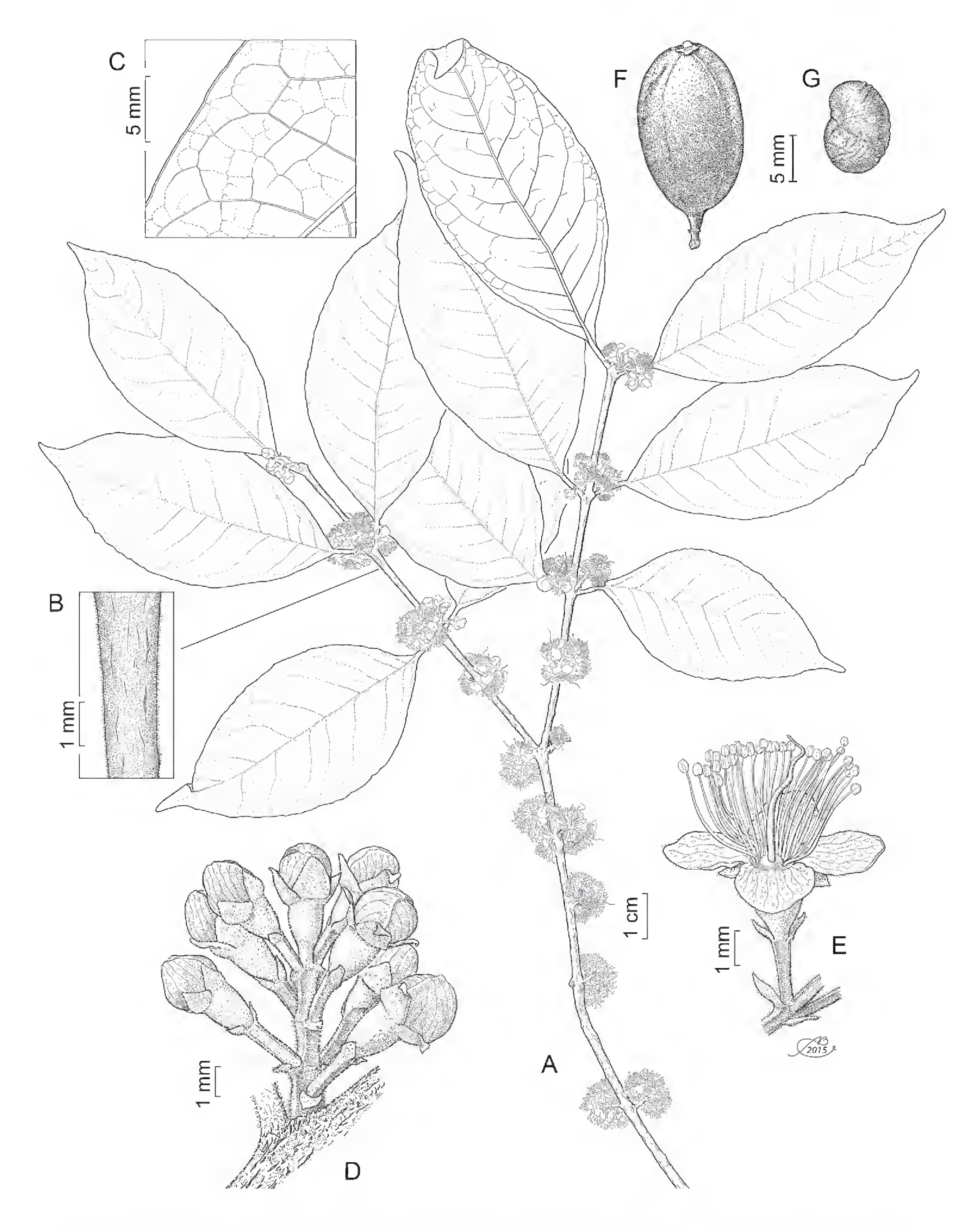


Fig. 2. *Eugenia queretaroana* E. Sánchez-Chávez & Zamudio. A. rama con inflorescencias; B. acercamiento de la rama mostrando la pubescencia; C. acercamiento del envés de la hoja mostrando el margen revoluto y la venación terciaria; D. inflorescencia con flores en botón, se aprecia el eje anguloso; E. flor; F. fruto; G. semilla. Ilustración de Alfonso Barbosa.

indumento con tricomas simples cortos, cobrizos, blanquecinos con la edad, persistiendo en las ramillas, peciolo, vena media e inflorescencia. Peciolo terete, de (4.5-)5 a 7(-8) mm de largo, por 0.8 a 1 mm de ancho; lámina foliar verde oscura, lustrosa en el haz, pálida y opaca en el envés, elíptica a ovado-elíptica, de 4.5 a 8.7(-10) cm de largo, por 2.1 a 4.9 cm de ancho, ápice acuminado, a veces falcado, base cuneada a obtusa, margen ondulado, revoluto, vena media cóncava en el haz, convexa en el envés, nervios laterales 5 a 10(-12) por lado, escasamente cóncavos en el haz, convexos en el envés, nervio marginal arqueado entre los laterales, distante 1.5 a 5 mm del margen, coriáceas, glabras en el haz, glabrescentes en el envés, con glándulas convexas en ambas superficies. Inflorescencias axilares, 1 a 2 racimos cortos por axila, a veces en los nudos de ramas defoliadas; eje de la inflorescencia anguloso, de (1-)2 a 7.5 mm de largo, hírtulo, con tricomas adpresos, más densos en la base; brácteas subpersistentes, ovado-lanceoladas, ápice agudo a redondeado, de 0.4 a 1 mm de largo, ciliadas; bractéolas persistentes, deltadas a lanceoladas, de 0.5 a 1 mm de largo, hírtulas, cilioladas. Flores 3 a 9 por inflorescencia; pedicelos de 1 a 4 mm de largo, hírtulos, botón globoso, de 1.5 a 2 mm de largo, por ±2 mm de ancho; lóbulos del cáliz en pares subiguales o desiguales, deltados, el par más pequeño de 0.9 a 1.1 mm de largo, por 1 a 1.3 mm de ancho, el par más grande de 1 a 1.6 mm de largo, por 1 a 1.3 mm de ancho, ciliados, glandulosos; pétalos blancos, ovado-elípticos, de 2 a 4 mm de largo, por 1.5 a 3 mm de ancho, ciliados, glandulosos, estambres ±50, de 4 a 6(-8) mm de largo, disco glabrescente, de 1 a 2 mm de diámetro; estilo de 4 a 7 mm de largo, glabro, ovario bilocular, óvulos 4 a 10 por lóculo; hipantio infundibuliforme, de 1 a 1.5 mm de largo, por 0.8 a 1.3 mm de ancho en la parte más amplia, hírtulo. Fruto elipsoidal, rojizo cuando joven, negro al madurar, de 1-2 cm de largo, por 0.8-1.5 cm de diámetro, la base turbinada forma un falso estípite de hasta 3 mm de largo en los frutos maduros, pericarpio delgado, glabro, glandular, lóbulos del cáliz persistentes, bractéolas persistentes. Semilla 1, embrión homogéneo, radícula y cotiledones connados.

Material adicional examinado: MÉXICO. Querétaro: municipio de Jalpan: 2-3 km al Poniente de El Saucito, *B. Servín 211* (IEB, QMEX); 1-1.5 km al E de El Saucito, *E. Carranza 2217* (IEB, QMEX); 4-5 km al N de La Parada, punto los Bancos, *B. Servín 420* (IEB, MEXU, QMEX); 2-3 km al N de La Parada, *B. Servín 509* (IEB, QMEX); 4-5 km al O de La Parada, punto La Peña, *B. Servín 362* (IEB, MEXU); 2-3 km al poniente de San Isidro, La Parada, *B. Servín 204* (IEB, MEXU, QMEX); 2 km al NO del Embocadero, *E. González 1460* (IEB, QMEX); al N del Carrizal, camino al Naranjo, *C. Guzmán 99* (IEB, QMEX); municipio de Landa: 2 km al NO de El Rincón, *H. Rubio 806* (EBUM, IBUG, IEB, QMEX); 1.5 km al Poniente

de Jagüey Colorado, *H. Rubio 1310* (IEB, MEXU, QMEX); 2.5 km al SE de San Juan Los Tubos, *H. Rubio 1920* (IEB, QMEX); 2 km al S de Neblinas, *H. Rubio 252* (IEB, MEXU, QMEX); 6 km al S de La Lagunita rumbo a Tilaco, *E. Carranza 611* (IEB); municipio de Pinal de Amoles: 9 km al S de Santa Águeda sobre el camino a Ahuacatlán, *J. Rzedowski 46633* (IEB, MEXU); La Cuesta, 3 km al S de Escanelilla, *R. Fernández 1578* (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); Ibid. *1647* (ENCB, IEB, MEXU).

Se conocen varias poblaciones de *Eugenia queretaroana* en el extremo nororiental del estado de Querétaro, en laderas de cerros cercanas a arroyos, en regiones con clima templado subhúmedo, en donde es un elemento abundante dentro de los bosques de pino-encino y mesófilo de montaña; se puede encontrar también en la transición entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque tropical subcaducifolio. Crece en elevaciones de 800 a 1450 m. Se le conoce en floración en los meses de abril a junio; los frutos jóvenes se encuentran de junio a agosto y los maduros de septiembre a noviembre. Planta localmente abundante en el extremo noreste de Querétaro; sin embargo debido a las amenazas a las que están expuestos los bosques mesófilo de montaña y tropical subcaducifolio en la región de estudio se considera vulnerable.

El nombre propuesto hace alusión al estado de Querétaro, de donde proceden los ejemplares de esta planta.

Especie morfológicamente similar a *Eugenia crenularis* y *E. pueblana*; sin embargo, *E. queretaroana* se distingue por el indumento cobrizo, peciolo terete, hipantio infundibuliforme y frutos elipsoidales con un falso estípite en la base. Existe una marcada diferencia ecológica entre *E. pueblana*, que habita en zonas con clima cálido subhúmedo, y *E. queretaroana* que prospera en clima templado subhúmedo. Así mismo hay una separación geográfica con *E. crenularis*, que crece en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, a diferencia de *E. queretaroana* que se encuentra en la Sierra Madre Oriental. Otras características distintivas se pueden apreciar en el Cuadro 2.

Eugenia huasteca E. Sánchez-Chávez & Zamudio sp. nov. Fig. 3.

Tipo: MÉXICO. Querétaro, municipio de Jalpan, La Vuelta de la Peña cerca de Tanchanaquito, 16 julio 2014, *E. Sánchez-Chávez y S. Zamudio 15* (holotipo IEB; isotipos ENCB, MEXU, QMEX, UAMIZ).

Frutex 2-4 m altus; cortex brunneo-rubellus ad griseus leviter fisuratus; ramuli teretes ad leviter compressi hirtuli vel pilosi, hoc indumentum persistens ut in

Cuadro 2. Principales diferencias entre *Eugenia crenularis*, *E. pueblana* y *E. queretaroana*.

Caracter	*E. crenularis*	*E. pueblana*	*E. queretaroana*
Ramillas, forma	comprimidas	comprimidas	comprimidas o teretes
Indumento, color	rojizos	rojizos	cobrizos, blanquecinos con la edad
Peciolo, forma	acanalado	terete o aplanado adaxialmente	terete
Margen, lámina foliar	aparentemente crenulado, revoluto	revoluto	revoluto y ondulado
Eje de la inflorescencia, largo	1-4.5 mm	0-2 mm (a veces en los nudos de ramitas viejas)	(1-)2-7.5 mm
Bractéolas, forma	ovadas	deltadas a orbiculares	ovado-deltadas a lanceoladas
Núm. de flores por inflorescencia	1-3	2-4	3-9
Pedicelos, largo, indumento,	1-2 mm, glabro o pubescente	0.5-1.3 mm, pubescente	1-4 mm, pubescente
Lóbulos del cáliz, forma	redondeados	redondeados	deltados
Botón, forma	piriforme	piriforme	globoso
Hipantio, forma	campanulado	cortamente estipitado	infundibuliforme
Fruto, forma	elipsoidal	globoso	elipsoidal, con un falso estípite de hasta 3 mm de largo en la base
Fruto, largo x ancho	0.9 x 0.7-1 cm	1.3 x 1.6 cm	1.5-2 x 0.9-1.5 cm

petiolo, costa, nerviis lateralibus et inflorescentia. Folii lamina ovata ad elliptica, 3-7 cm longa, 2-4.2 cm lata, basi rotundata ad obtusa vel leviter cuneata, coriacea. Inflorescentiae axillares, racemo solitario per axillam, axis 0-3 mm longus; bracteae deciduae cum indumento ad 0.5 mm longo; bracteolae persistentes connatae involucrum formantes. Flores 6-8 per inflorescentiam, sessiles, hypanthio cupulato 0.5-1 mm longo, 1-1.5 mm lato, indumento ad 0.8 mm longo adpresso.

Arbusto de 2 a 4 m de alto, tallo de 2 a 3 cm de diámetro; corteza pardo-rojiza a gris, ligeramente fisurada; ramillas teretes o ligeramente comprimidas, las

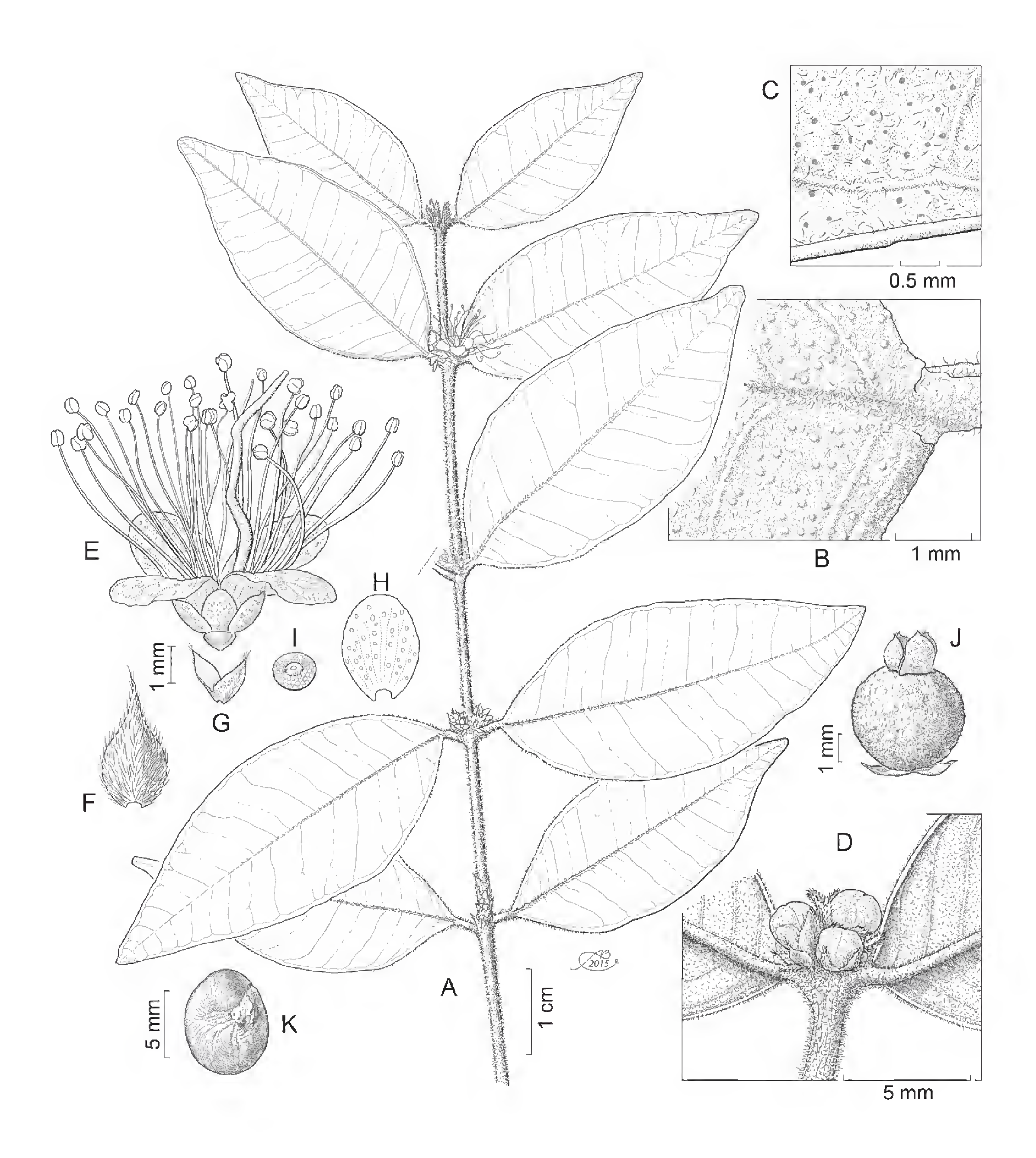


Fig. 3. *Eugenia huasteca* E. Sánchez-Chávez & Zamudio. A. rama con flores; B. acercamiento del haz de la hoja mostrando las glándulas y pubescencia; C. acercamiento del envés de la hoja mostrando el margen revoluto, las glándulas y la pubescencia; D. acercamiento mostrando la flores sésiles en botón y la pubescencia; E. flor; F. bráctea; G. bractéolas unidas en la base; H. pétalo; I. disco mostrando lo puntos de inserción de los estambres; J. fruto; K. semilla. Ilustración de Alfonso Barbosa.

terminales hírtulas o pilosas, con tricomas simples, pardo-rojizos, blanquecinos con la edad, persistiendo en el peciolo, vena media, nervios laterales e inflorescencia. Peciolo terete, de 2.5 a 5 mm de largo, por 1 mm de ancho; lámina foliar de color verde oscuro en el haz, verde claro en el envés, ovada a elíptica, de 3 a 7 cm de largo, por 2 a 4.2 cm de ancho, ápice agudo, acuminado, base redondeada a obtusa o ligeramente cuneada, margen ligeramente revoluto, vena media impresa en el haz y convexa en el envés, nervios laterales 6 a 10 por lado, convexos en el haz y envés, nervio marginal levemente arqueado, distante ±1 mm del margen, coriácea, pubescente en ambas superficies. Inflorescencias axilares, 1 racimo por axila, indumento adpreso; eje sésil o hasta 3 mm de largo; brácteas deciduas, pardo-rojizas, lanceoladas, de (1.3-)1.8 a 2 mm de largo, por 0.5 a 1 mm de ancho, pilosas, ciliadas, indumento de hasta 0.5 mm de largo, superficie interna glabra, glándulas convexas, rígidas; bractéolas persistentes, cóncavas, ovadas, ápice agudo a redondeado, cilioladas, connadas formando un involucro, de 1 a 1.5 mm de alto, por 1 a 1.3 mm de ancho, superficie interna glabra, la externa pubescente, la pubescencia más densa en la base, con glándulas translucidas conspicuas. Flores 6 a 8 por inflorescencia, sésiles, botón globoso, de 3 mm de alto, por 2.5 mm de ancho, lóbulos del cáliz en pares subiguales o desiguales, dentados, el par más pequeño de 0.7 a 1 mm de largo, por 1 a 1.5 mm de ancho, el par más grande de 1 a 1.5 mm de alto, por 1.5 a 2 mm de ancho, glándulas conspicuas translucidas, ciliados, superficie interna glabra, externa glabrescente; pétalos blancos, glabros excepto por algunos tricomas en el ápice, glándulas inconspicuas planas, de 2 a 3.5 mm de largo, por 1.3 a 2.5 mm de ancho, estambres de 30 a 40, ±5 mm de largo, disco redondo, 1.3 a 2 mm de ancho, tricomas hispidos alrededor del disco; estilo glabro, de 6 mm de largo, ovario bilocular, óvulos 10 por lóculo; hipantio en forma de copa, de 0.5 a 1 mm de alto, por 1 a 1.5 mm de ancho, densamente pubescente, indumento hasta 0.8 mm de largo, adpreso, glándulas inconspicuas. Fruto globoso, verde a rojo cuando inmaduro, negro al madurar, de 7 a 8 mm de diámetro; pericarpio de paredes delgadas, glanduloso, glabrescente, lóbulos del cáliz persistentes.

Material adicional examinado: MÉXICO. Querétaro: municipio de Jalpan, al oriente de Tanchanaquito, paraje La Vuelta de la Peña, *L. López 414* (IEB); La Vuelta de la Peña, camino a Tanchanaquito, *S. Zamudio 16500* (IEB); La Vuelta de la Peña, Tanchanaquito, *E. Sánchez y S. Zamudio 16* (ENCB, IEB, MEXU, QMEX); La Vuelta de la Peña, Tanchanaquito, *E. Sánchez y S. Zamudio 17* (ENCB, IBUG, IEB, MEXU, QMEX, UAMIZ).

Eugenia huasteca se conoce de una sola localidad cercana a Tanchanaquito, al norte del municipio de Jalpan, Querétaro, en las proximidades del límite con San Luis Potosí. Habita en zonas de clima cálido subhúmedo con bosque tropical subcaducifolio de *Brosimum alicastrum*. Crece en elevaciones de 200 a 400 m. Se ha encontrado en floración de mayo a julio y en fructificación de julio a septiembre. Debido a su distribución tan restringida y a lo reducido de su población se considera vulnerable a la extinción.

La especie nueva se puede relacionar morfológicamente con *Eugenia capuli*; sin embargo, *E. huasteca* es densamente pubescente, con indumento simple, pardo rojizo a blanquecino y flores sésiles, características claramente distintivas de cualquier otra especie de este género; además, existen diferencias fenológicas ya que *E. huasteca* se encuentra en floración durante los meses de mayo a julio, y *E. capuli*, en esa localidad, durante los meses de noviembre y diciembre. Otras diferencias se encuentran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Principales diferencias entre *Eugenia capuli* y *E. huasteca*.

Caracter	*E. capuli*	*E. huasteca*
Indumento, forma y color	hispídulo con pelos simples, erectos, pálidos	hírtulo o piloso, pelos simples, pardo rojizos a blanquecinos con la edad
N° de nervios laterales	4-8	6-10
Eje de la inflorescencia, largo	1-10 mm	0-3 mm
Brácteas, largo	ca. 0.3 mm	(1.3-)1.8-2 mm
Pedicelos, largo	2-7 mm	ausente

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Jerzy Rzedowski por la revisión del artículo y las diagnosis latinas, a Alfonso Barbosa por las excelentes ilustraciones. Se agradece también a los curadores de los herbarios EBUM, ENCB, IBUG, IEB, MEXU y QMEX por las facilidades otorgadas para la consulta y préstamo de ejemplares. Al Instituto de Ecología, A. C. (cuenta 20006), a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento para esta investigación.

LITERATURA CITADA

Landrum, L. R., F. Barrie, L. Kawasaki y K. Holst. 2009. Myrtaceae. In: Davidse, G., M. Sousa, S. Knapp y F. Chiang. (eds.). Cucurbitaceae a Polemoniaceae. Flora Mesoamericana 4: 66-150.

Mazine, F. F., V. Castro Souza, M. Sobral, F. Forest y E. Lucas. 2014. A preliminary phylogenetic analysis of *Eugenia* (Myrtaceae: Myrteae), with a focus on Neotropical species. Kew Bulletin 69: 94-97

McVaugh, R. 1963. Tropical American Myrtaceae, II. Fieldiana, Botany 29(8): 393-532.

Recibido en octubre de 2015.

Aceptado en febrero de 2016.

Acta Botanica Mexicana 115: 65-73 (2016)

NOTA SOBRE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *ECHINOCACTUS PLATYACANTHUS* (CACTACEAE) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA "BARRANCA DE METZTITLÁN", HIDALGO, MÉXICO

Malinali Castañeda-Romero[1], Monserrat Luna-Contreras[1], Daniel Vela-Godinez[1], Gessel Montoya-Santiago[1], Alejandro González-Bermúdez[1], Rodrigo Martínez Peña[1], Manuel Esperón-Rodríguez[1, 2, 3]

[1]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Licenciatura de Ciencias de la Tierra, 04510 México, D.F., México.
[2] Macquarie University, Faculty of Sciences and Engineering, Department of Biological Sciences, Sydney NSW 2109, Australia.
[3]Autor para la correspondencia: orcacomefoca@ciencias.unam.mx

RESUMEN

Echinocactus platyacanthus es uno de los cactus más abundantes y ampliamente distribuidos en México. En este trabajo se comparó la estructura poblacional de esta especie en dos áreas con grado de accesibilidad contrastante dentro de la Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán" en Hidalgo. El sitio de alcance difícil (S1) presentó un número más grande de individuos, con mayor altura y más organismos juveniles. Por su parte, el sitio con fácil acceso (S2) registró un predominio de adultos. Se censaron 456 plantas y solo se encontró una plántula. Se estimó una densidad de 1410 individuos/ha en S1 y únicamente 863 en S2. En ambos sitios se determinó el tipo de población como regresiva, ya que los individuos de la etapa de madurez se encontraron en un número significativamente más grande y el número de los juveniles fue muy bajo (12.9%), hecho que sugiere un futuro decline poblacional.

Palabras clave: Barranca de Metztitlán, biznaga dulce o de barril, *Echinocactus platyacanthus*, población regresiva.

ABSTRACT

Echinocactus platyacanthus is one of the most abundant and widely distributed cacti in Mexico. In this work we compared the population structure of this species in two areas

with contrasting accessibility degree within the Biosphere Reserve "Barranca de Metztitlán" in the state of Hidalgo. The site with difficult accessibility (S1) had a larger total number of individuals, with larger dimensions, and more juveniles. The site with easy accessibility (S2) had a predominance of adults. A total of 456 individuals were counted and only one sapling was found. We estimated a population density of 1410 individuals/ha in S1 and 863 individuals/ha in S2. We determined the type of population as regressive, because in both sites we found a significantly larger number of individuals in the stage of maturity and a low number of juveniles (12.9%), which suggests a future population decline.

Key words: Barranca de Metztitlán, *Echinocactus platyacanthus*, regressive population, sweet or barrel biznaga.

INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae comprende cerca de 2000 especies en América. Con 913 taxa, México tiene la mayor riqueza en el mundo de estas plantas, y 80% de las especies son endémicas al territorio de la República (Guzmán et al., 2003; Jiménez-Sierra, 2011). Dentro de las regiones con mayor diversidad de sus representantes destacan en el centro de México el Valle de Tehuacán-Cuicatlán en Puebla, y la Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán" en Hidalgo. Esta reserva cuenta con 70 especies de cactáceas, con poblaciones importantes de *Cephalocereus senilis, Neobuxbaumia polylopha*, y varias biznagas, entre ellas *Echinocactus platyacanthus* (Semarnap, 1999).

Echinocactus platyacanthus, también conocida como biznaga dulce o de barril, es un cactus globular que puede alcanzar 2 m de altura y 1.2 de diámetro. Prospera en el matorral xerófilo (Jiménez-Sierra, 2011). Esta especie es endémica de México y se le encuentra e entre los 1100 y 2400 m s.n.m. (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2011). Su distribución es discontinua, aunque sus poblaciones no están muy aisladas (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2011). Se localiza en el desierto de Chihuahua en Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. En el sur del Valle de Tehuacán, en Puebla y Oaxaca es relativamente común (Gómez-Hinostrosa y Hernández, 2000; Jiménez-Sierra y Eguiarte, 2010). Las áreas del norte y del sur están geográficamente aisladas por el Eje Neovolcánico Transversal (Trujillo Argueta, 1984).

La especie se encuentra protegida en México por la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría "sujeta a protección especial" (Semarnat, 2010), y está

en la Lista Roja de la UICN en la categoría de "casi amenazada" (Hernández et al., 2013). Entre los riesgos que sufre la especie están i) la perturbación del suelo por parte del ganado, lo que provoca la pérdida de microhábitat adecuado para el establecimiento de nuevos individuos; ii) la explotación de sus poblaciones para su uso en la fabricación del dulce tradicional conocido como acitrón o biznaga; y iii) su uso como forraje vivo para cabras y burros (Jiménez-Sierra et al., 2007; Jiménez-Sierra y Eguiarte, 2010). Debido a que la planta tiene un crecimiento lento (Jiménez-Sierra y Eguiarte, 2010), la extracción de individuos adultos incrementa su vulnerabilidad.

Nuestro objetivo es generar datos sobre la estructura y densidad poblacional de *Echinocactus platyacanthus* dentro de la Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán" en dos localidades con diferente accesibilidad. En este trabajo evaluamos cómo afecta el impacto humano al crecimiento y la estructura poblacional de *E. platyacanthus*, ya que se considera que una de las principales amenazas que sufre es su extracción no controlada (Jiménez-Sierra y Eguiarte, 2010). Como indicador del impacto humano usamos la accesibilidad y la distancia entre los sitios donde se encuentra la especie y los asentamientos humanos, así como las carreteras más cercanas.

MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán" se encuentra en el estado de Hidalgo (20°14'15"-20°45'26" N y 98°23'00"-98°57'08" W) y tiene una superficie de 96 043 ha. La elevación en la reserva varía de 1200 a 2600 m. El clima es seco (BS_0hw) y semiseco (BS_1hw), causado por el efecto de sombra de lluvia de la Sierra Madre Oriental. La temperatura media oscila entre 18 y 22 °C y la precipitación anual es en promedio de 500 mm (Conanp, 2003).

Métodos de muestreo

El trabajo de campo se llevó a cabo el 27 y 28 de septiembre de 2014. Seleccionamos dos áreas con grado de accesibilidad contrastante. El sitio 1 (S1) tenía difícil acceso y una mayor distancia a la carretera y los asentamientos humanos, por lo que consideramos el S1 menos propicio a la explotación. El sitio 2 (S2) era de fácil alcance y se encontraba contiguo a los dos elementos antropógenas mencionados, lo que lo hace más susceptible para la extracción de las plantas. Las áreas muestreadas fueron 2000 m^2 para S1 y 2015 m^2 para S2. En cada sitio se censaron todos los individuos presentes y se midieron su altura y diámetro.

Estructura poblacional

Encontramos ocho estados de desarrollo basados en el diámetro y la altura: plántulas, organismos juveniles 1 y 2, y organismos adultos 1-5 (Cuadro 1) (Jiménez-Sierra y Torres-Orozco, 2003; Jiménez-Sierra et al., 2007). La estructura poblacional se categorizó de acuerdo con el criterio de Hegland y Van Leeuwen (2001), Brys et al. (2003) y Aguraiuja et al. (2008) quienes señalan que las poblaciones "dinámicas" se caracterizan por una mayor proporción de organismos jóvenes (plántulas, juveniles e inmaduros), las "normales" (o estándar) presentan una cantidad más grande de adultos, pero con un alto número de plantas juveniles, y en las "regresivas" dominan los adultos, especialmente los de considerable tamaño con flores (en este tipo de población es difícil encontrar señales de rejuvenecimiento ya que hay un bajo número de individuos juveniles y plántulas).

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney ($P < 0.05$) para determinar si había diferencias significativas al comparar el diámetro y la altura entre sitios (S1 y S2). La prueba de Fisher ($\alpha=0.05$) se usó para observar la misma categoría de distinciones en la estructura poblacional de ambos sitios. Desarrollamos modelos de regresión lineal para identificar la relación alométrica entre el diámetro y la altura en cada sitio, y la significancia de los modelos se verificó con una prueba de ANOVA. Se consideró la significancia estadística a 95% para todos los casos. Los análisis estadísticos se realizaron con el software R versión 3.0.1 (R Core Team, 2014).

RESULTADOS

Encontramos diferencias al comparar el tamaño, la estructura poblacional y la relación alométrica (altura-diámetro) entre los sitios S1 y S2. Se censaron y midieron 456 individuos, 282 en el S1 y 174 en el S2. Solo se registró una plántula en el S2. Se hallaron adultos con flores y frutos en ambos sitios. Para el S1 se determinó una densidad de 1410 plantas/ha, mientras que en el S2 el valor fue de 863. En el S1 los individuos eran ligeramente más altos pero con menor anchura. El diámetro promedio en el S1 fue 54.53±27.09 cm y en el S2 de 64.35±33.01 cm. En el S1 la altura media fue 76.0±38.98 cm, y en el S2 de 71.79±39.87 cm. Con respecto al diámetro encontramos diferencias significativas al comparar los sitios ($W = 28882$, $P = 0.001$); sin embargo, para la altura no se obtuvieron ($W = 21958$, $P = 0.059$).

En lo que toca a la estructura poblacional, registramos que ésta fue significativamente diferente entre sitios ($P = 0.031$). Los estados de desarrollo con mayor número de individuos fueron adultos 2 y 3, con diámetros entre 36 y 80 cm. Después de las plántulas, los estados de desarrollo con menor cantidad de organismos fueron juveniles 1, con mediciones entre 3 y 11 cm, y adultos 5, con diámetros superiores a 113 cm (Cuadro 1, Fig. 1).

En el S1 se censó una mayor cantidad de individuos en todos los estados de desarrollo, excepto plántulas y adultos 4. En el S1, adultos 2 tuvo el máximo número de plantas, mientras que en el S2 superó adultos 3. Juveniles 2 tuvo la proporción más alta de individuos, seguido de adultos 1.

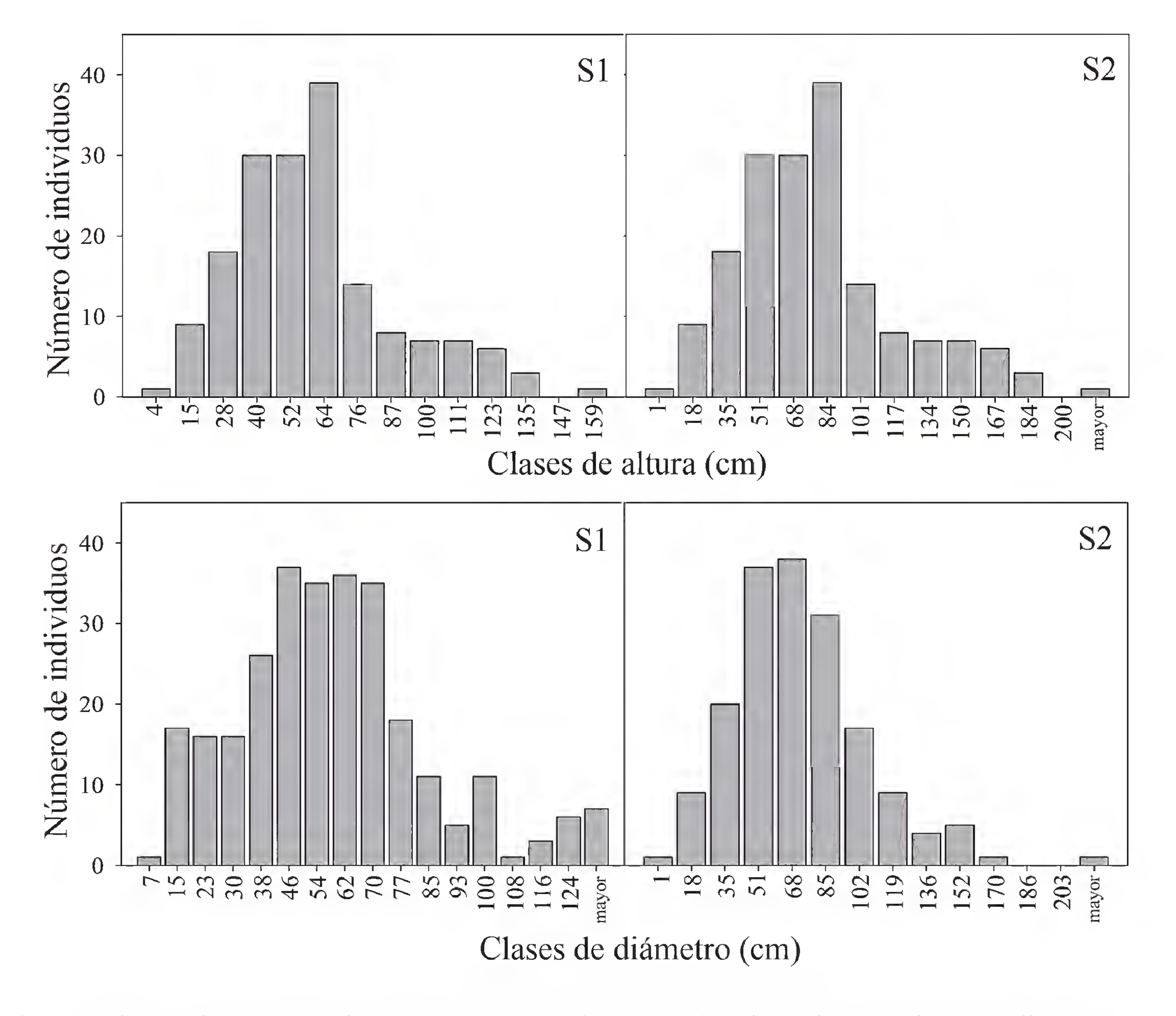


Fig. 1. Clases de tamaño de *Echinocactus platyacanthus* basadas en altura y diámetro. Se comparan dos sitios con diferente accesibilidad en la Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán", Hidalgo, México. El sitio 1 (S1) es de más difícil acceso y mayor distancia a los asentamientos humanos y a la carretera que el sitio 2 (S2).

Cuadro 1. Número de individuos encontrados en cada estado de desarrollo de *Echinocactus platyacanthus*. Se comparan dos sitios con diferente accesibilidad en la Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán", Hidalgo, México. El sitio 1 (S1) es de más difícil acceso y mayor distancia a los asentamientos humanos y a la carretera que el sitio 2 (S2). Los valores entre paréntesis indican las categorías de tamaño de diámetro en centímetros (sensu Jiménez-Sierra y Torres-Orozco, 2003).

Sitio	Plántula (< 3)	Juvenil 1 (3 - 11)	Juvenil 2 (11.1 – 25)	Adulto 1 (25.1 – 36)
S1	-	8	34	30
S2	1	4	12	14
Total	1	12	46	44
Sitio	Adulto 2 (36.1 – 56)	Adulto 3 (56.1 – 80)	Adulto 4 (80.1 – 113)	Adulto 5 (> 113.1)
S1	91	78	26	15
S2	47	50	33	13
Total	138	128	59	28

Las poblaciones de ambos sitios fueron consideradas de tipo regresivo. Estuvieron compuestas fundamentalmente por un alto número adultos vegetativos, adultos con flores y sobre todo plantas generadoras (estados de desarrollo adultos 2-5), y una relativa escasez de plántulas, de las etapas de desarrollo prematuras y de juveniles (Cuadro 1). Los estadios juveniles tuvieron una baja representatividad con solo 12.9% de la población total.

Con respecto a la relación alométrica entre la altura y el diámetro encontramos que en el S1 ésta fue mayor (Altura = Diámetro (0.69) + 38.21; $R^2 = 0.24$) en comparación con el S2 (Altura = Diámetro (0.48) + 40.42; $R^2 = 0.16$) (Fig. 2). Los modelos de regresión lineal para ambos sitios fueron significativos (S1: F = 90.282, P <0.001; S2: F = 33.435, P <0.001).

DISCUSIÓN

Encontramos diferencias entre los dos sitios con un posible diferente grado de impacto humano. Sin embargo, debido al bajo número de sitios, no tenemos evidencia suficiente para afirmar que las mismas se deban a la accesibilidad de los sitios, y a la distancia a los asentamientos humanos y a la carretera. Se requiere estudiar más localidades para poder determinar si estos factores afectan al crecimiento y a

la estructura de las poblaciones de *E. platyacanthus*. Sin embargo, a pesar de no poder definir el origen de estas disimilitudes, registramos en el S1 una más grande cantidad de individuos con mayor altura.

El tipo de población recesiva encontrado en los sitios representa una amenaza para la especie, puesto que tiene un mayor riesgo de extinguirse en un futuro próximo (Aguraiuja et al., 2008), y al ser plantas de crecimiento lento (Vázquez-Sánchez et al., 2012), las poblaciones no pueden regenerarse de forma rápida e incorporar individuos con la misma velocidad con la que son extraídos. La presencia de una sola plántula pone en evidencia la vulnerabilidad de la especie, y la baja cantidad de organismos juveniles sugiere una futura disminución de la población. El reducido número de individuos juveniles y plántulas puede deberse al exceso de forraje causado por burros salvajes, ovejas y cabras (Jiménez-Sierra, 2011), cuyo efecto fue observado durante la realización de los censos.

Encontramos una mayor densidad de población en el S1 en comparación con las reportadas para otras áreas como en el Valle de Tehuacán- Cuicatlán, Puebla, (1016 individuos/ha; Jiménez-Sierra et al., 2007), y para otra región en Hidalgo (1111 individuos/ha; Jiménez-Sierra y Eguiarte, 2010). Para algunas localidades dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Jiménez-Sierra et al., 2007) la densidad de población del S2 fue incluso mayor, lo que refleja un buen estado de conservación con respecto al número de individuos dentro de la reserva. No se entiende la frase anterior. En San Luis Potosí hay sitios en muy buen estado de conservación (Salas de León et al., 1999) con una densidad media estimada de 1500 individuos/ha (Goettsch, 2007).

Los datos demográficos obtenidos en este trabajo representan una contribución al conocimiento de la estructura de la población de *E. platyacanthus* dentro de la Reserva de la Biósfera "Barranca de Metztitlán". Esta especie requiere acciones de conservación debido al bajo número de plántulas y de individuos jóvenes. Si no se le da una protección apropiada, su existencia podría verse amenazada en el futuro. El estudio de la estructura de población y los datos sobre su tamaño son herramientas útiles para evaluar las prioridades de gestión y conservación, y para entender la dinámica regional en los casos en que se carece de datos sobre la distribución demográfica precisa (Aguraiuja et al., 2008).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Hugo Hernández, Karina López, Anahí Montiel, Rebeca Raygosa, y a los estudiantes de Ecología, grupo 1041, por su ayuda durante el

trabajo de campo. También damos las gracias a Raúl Balderrama y Don Memo de "El Viejo Cactus" por su ayuda y asistencia durante el trabajo de campo. Agradecemos a la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo recibido. El trabajo de campo realizado en este estudio no viola ninguna legislación ambiental de México. Los autores también agradecen a los revisores por sus comentarios críticos para el mejoramiento de este trabajo.

LITERATURA CITADA

Aguraiuja, R., M. Zobel, K. Zobel y M. Moora M. 2008. Conservation of the endemic fern lineage *Diellia* (Aspleniaceae) on the Hawaiian Islands: can population structure indicate regional dynamics and endangering factors? Folia Geobot. 43: 3-18.

Brys, R., H. Jacquemyn, P. Endels, M. Hermy y G. De Blust. 2003. The relationship between reproductive success and demographic structure in remnant populations of *Primula veris*. Acta Oecol. 24(5): 247-253.

Conanp. 2003. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales. México, D.F., México. 202 pp.

Goettsch, B. 2007. Distribution modelling, macroecology and conservation: cacti of the Chihuahuan Desert Region. Ph.D. thesis. Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, U.K.

Gómez-Hinostrosa, C. y H. M. Hernández. 2000. Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega region, Mexico. Biodivers Conserv. 9: 403-418.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 313 pp.

Hegland, S. J. y M. Van Leeuwen. 2001. Population structure of *Salvia pratensis* in relation to vegetation and management of Dutch dry floodplain grasslands. J. Appl. Ecol. 38(6): 1277-1289.

Hernández, H. M. y C. Gómez-Hinostrosa. 2011. Mapping the cacti of Mexico. Their geographical distribution based on referenced records. In: David, D. (ed.). Succulent Plant Research 7: 1-128.

Hernández, H. M., M. Cházaro y C. Gómez-Hinostrosa. 2013. *Echinocactus platyacanthus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. www.iucnredlist.org. (consultado el 5 de diciembre de 2015).

Jiménez-Sierra, C. L. y R. Torres-Orozco. 2003. Estado actual de las poblaciones de la biznaga dulce *Echinocactus platyacanthus* (Cactaceae) en el SE de Puebla. ContactoS: 47: 28-34.

Jiménez-Sierra, C., M. C. Mandujano y L. E. Eguiarte. 2007. Are populations of the candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus*) in the desert of Tehuacán, Mexico at risk? Population projection matrix and life table response analysis. Biol. Conserv. 135: 278-292.

Jiménez-Sierra, C. y L. E. Eguiarte. 2010. Candy barrel cactus (*Echinocactus platyacanthus* Link & Otto): a traditional plant resource in Mexico subject to uncontrolled extraction and browsing. Econ. Bot. 64: 99-108.

Jiménez-Sierra, C. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. Rev. Dig. Universitaria 12(1): 1-23. http://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/art04.pdf. (consultado el 5 de diciembre de 2015).

R Core Team. 2014. R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org/. (consultado en enero de 2015).

Salas de Léon, S. N., A. García-Mendoza, J. A. Reyes Agüero y C. Villar Morales. 1999. Distribución geográfica y ecológica de la flora amenazada de extinción en la zona árida del estado de San Luis Potosí, México. Polibotánica 10: 1-21.

Semarnap. 1999. Documento técnico justificativo para la creación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F., México. 100 pp.

Semarnat. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre 2010. Segunda Sección. México, D.F., México. pp. 77.

Trujillo Argueta, S. 1984. Distribucion geografica y ecologica de *Echinocactus platyacanthus*: un ejemplo de distribución disyunta. Cact. Suc. Mex. 29(4): 75-80.

Vázquez-Sánchez, M., T. Terrazas y S. Arias. 2012. El hábito y la forma de crecimiento en la tribu Cacteae (Cactaceae, Cactoideae). Bot. Sci. 90: 97-108.

Recibido en enero de 2015.

Reactivación en febrero de 2016.

Aceptado en marzo de 2016.

Acta Botanica Mexicana 115: 75-101 (2016)

LA SELVA INUNDABLE DE CANACOITE EN TABASCO, MÉXICO, UNA COMUNIDAD VEGETAL AMENAZADA

Emerson A. Maldonado-Sánchez[1], Susana Ochoa-Gaona[2, 5], Rodimiro Ramos-Reyes[3], María de los Ángeles Guadarrama-Olivera[1], Noel González-Valdivia[4] y Bernardus H. J. de Jong[2]

[1]Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División de Académica de Ciencias Biológicas, Carretera Villahermosa-Cárdenas km. 0.5 s/n, 86150 Villahermosa, Tabasco, México.
[2]El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, Lerma, 24500 Campeche, Campeche, México.
[3]El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa, Laboratorio de Análisis Geográfico, Carretera Villahermosa-Reforma km. 15.5, Ranchería Guineo 2a sección, 86280 Villahermosa, Tabasco, México.
[4]Tecnológico Nacional de México, Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 s/n entre 22 y 28, 24520, Chiná, Campeche, México.
[5]Autor para la correspondencia: sochoa@ecosur.mx

RESUMEN

Se analizó la estructura, composición y diversidad arbórea de los dos rodales más importantes de selva mediana perennifolia de *Bravaisia integerrima* (SMPC) de Tabasco, México: el de la Reserva Ecológica Yu-Balcah (YCAH) con una superficie de 271 ha y el del Parque Estatal La Chontalpa (PECH) con 191 ha. En cada uno se levantaron 10 parcelas de muestreo de 1000 m^2, cubriendo un área total de 2 ha. Se identificó y registró a las plantas arbóreas, diferenciando brinzales, plantas juveniles y adultos. Se aplicaron diversos índices para analizar el esfuerzo de muestreo, la diversidad de especies, la abundancia proporcional, la dominancia y la equidad. El análisis estructural se basó en el valor de importancia. La riqueza total fue 76 especies, pertenecientes a 64 géneros y 31 familias botánicas, de las que la mejor representada fue Leguminosae con 15 especies. El área basal de YCAH y PECH fue de 37.2 y 29.5 m^{2}ha^{-1}, respectivamente. *Bravaisia integerrima* fue el árbol con mayor valor de importancia en los dos rodales con un Índice correspondiente de 277. Ambos fragmentos

tienen un valor del índice de Shannon de 2.0. El sitio con mejor condición ecológica fue YCAH. Se identificaron seis especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La SMPC presenta una cobertura actual en Tabasco de 490 ha. Los resultados sugieren que su estructura y composición se han visto afectados por la actividad antrópica en la región. Para garantizar la conservación de los remanentes de SMPC en el estado, es importante revisar y actualizar su situación legal y sus planes de manejo, así como generar alternativas sociales y productivas en las poblaciones cercanas. Para lograrlo se requiere de la participación de actores gubernamentales, académicos, organizaciones no gubernamentales, particulares y sociedad en conjunto.

Palabras clave: bosques de *Bravaisia*, diversidad florística, reserva ecológica, riqueza arbórea.

ABSTRACT

The structure, composition and diversity of the floodplain forest (SMPC) of *Bravaisia integerrima* were studied in the two largest forest stands in Tabasco, Mexico: the Ecological Reserve Yu-Balcah (YCAH) with 271 ha, and State Park La Chontalpa (PECH) with 191 ha. In each forest stand 10 plots of 1000 m^2 were sampled. Tree individuals sampled were identified to species, and evaluated in three age categories, seedlings, saplings, and adults. The relationship between species richness and sampling effort was analyzed using Chao 2, ICE, Jacknife 1, Jacknife 2 and Bootstrap. The structural analysis was based on the importance value index. The diversity of species was evaluated, using the Margalef index (D_{Mg}), α de Fisher, Shannon-Wiener (H') and equity of Pielou J. The dominance indices of Berger-Parker (d) and Simpson (D) were also used. The total number of species was 76, belonging to 64 genera and 33 botanical families. The richest family was Leguminosae with 15 species. The basal area of the sites YCAH and PECH was 37.2 and 29.5 m^2ha^{-1}, respectively. *Bravaisia integerrima* was the most important tree species in all stands, with an Importance Index of 277. The value of the Shannon index was 2.0 in both sites. YCAH showed the best ecological condition. Six species present in the stands are considered as threatened in Mexico (NOM-059-SEMARNAT-2010). The current extent of the floodplain forest of *Bravaisia* in Tabasco State is 490 ha. The results suggest that the structure and composition of this forest has been affected by human activity. As a consequence, to guarantee the conservation of these remnants of SMPC in Tabasco, it is important to verify their legal situation and the application of management plans, designed to improve the productive activities of the rural communities that live around the stands. To succeed

in this endeavor, it is necessary that governmental actors, academics, non-governmental organizations, and civil society work together.

Key words: arboreal richness, ecological reserve, tree diversity, tropical rain forest of *Bravaisia*.

INTRODUCCIÓN

En México, la selva tropical húmeda (selva alta y mediana perennifolia según Miranda y Hernández X., 1963; bosque tropical perennifolio según Rzedowski, 1978) llegó a ocupar la mayor parte del sur y sureste de México. Para 2007 se reporta que estas comunidades cubren 4.62% de la cobertura del territorio de la República (FRA, 2010), la cual se distribuye en numerosos fragmentos de lo que antes fuera una cobertura casi ininterrumpida (Challenger y Dirzo, 2009; Dirzo et al., 2009). Los trabajos sobre la estructura, diversidad, composición y el funcionamiento de la selva tropical húmeda han sido numerosos, entre ellos los de Bongers et al. (1988), Godínez-Ibarra y López-Mata (2002), De Walt y Chave (2004), Cortés-Castelán e Islebe (2005) y Martínez-Ramos y García-Orth (2007), por citar algunos. Sin embargo, estos estudios no diferencian las selvas que se presentan en condiciones de inundación en el sureste de México, como es el caso de la selva mediana perennifolia de canacoite (*Bravaisia integerrima*; SMPC; López-Mendoza, 1980). La SMPC se desarrolla sobre suelos arcillosos profundos con escaso drenaje, desde los 5 hasta los 140 m de altitud. Esta comunidad vegetal está constituida por diversas formas biológicas como hierbas, epifitas, enredaderas, arbustos y árboles. El dosel puede llegar hasta 25 m de altura con especies como zapote negro (*Diospyros nigra*), barí (*Calophyllum brasiliense*), chacahuanté (*Simira salvadorensis*) y tinco (*Vatairea lundellii*), con un sotobosque dominado por palmas espinosas como la palma chichón (*Astrocaryum mexicanum*), escoba (*Cryosophila stauracantha*) y el arbusto conocido como huesillo (*Faramea occidentalis*). Se distribuye sobre tierra firme inundable a lo largo de la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Chiapas y en la del Atlántico como manchones puros o asociados a la selva alta perennifolia de pio (*Licania platypus*: Miranda y Hernández X., 1963; López-Mendoza, 1980; Pennington y Sarukhán, 2005). La pérdida de cobertura selvática se explica por los cambios de uso de suelo para la agricultura y ganadería, la extracción de madera, el crecimiento poblacional, el incremento de la infraestructura carretera y la actividad petrolera (Tudela, 1989; Salazar-Conde et al., 2004; Sánchez-Munguía, 2005; Guerra-

Martínez y Ochoa-Gaona, 2008). En Tabasco la extensión original de SMPC se ha eliminado casi por completo y en la actualidad persisten solo escasos fragmentos de esta selva. A pesar de conformar una comunidad ecológicamente relevante, en el estado ha sido poco estudiada teniendo como referencia los trabajos florísticos de Sol-Sánchez et al. (1999) y Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares (2010). El objetivo de este trabajo fue generar información básica de la selva de canacoite para lo cual se describe su estructura, diversidad y composición arbórea, con el fin de resaltar su importancia ecológica y sentar bases para su conservación y manejo a corto plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

Se estudiaron los dos fragmentos más grandes de selva mediana de canacoite en Tabasco. El primer sitio se ubica en el municipio de Cárdenas y pertenece al Parque Estatal La Chontalpa (PECH) con un rodal de selva de 191 ha, declarado ANP el 4 de junio de 1995 (Fig. 1A). Éste corresponde a la Subregión de La Chontalpa en la planicie fluvio-deltaica, que abarca la mayor parte del estado, la cual está formada por depósitos aluviales de carácter deltaico, con deficiente drenaje. Presenta suelos de texturas medias franco-arcillosas a arcillosas que corresponden al tipo Cambisol gleyico y Vertisol pélico (Palma y Cisneros, 1996; Inegi, 2000), mismos que se inundan durante la época de lluvias (septiembre-noviembre), por lo que están mal oxigenados. La vegetación predominante en la región fue de selva tropical húmeda inundable (López-Mendoza, 1980), asociada a amplias áreas cubiertas de vegetación de humedales emergentes de popal y tular principalmente. El clima en esta subregión es cálido húmedo (Am(f)w”(i’)g), con temperatura media anual de 26 °C, la media máxima mensual en mayo es de 30.3 °C y la media mínima en diciembre y enero de 20 °C. La precipitación en promedio anual es de 2463 mm (Cardoso, 1979).

El segundo sitio se ubica en la finca La Asunción en el Ejido Ceibita del municipio de Tacotalpa. El lugar es un Área Natural Protegida de jurisdicción estatal denominada Reserva Ecológica Yu-Balcah (YCAH), declarada el 10 de junio del año 2000, con una superficie de 271 ha (Fig. 1B). Corresponde a la subregión de la Sierra que comprende parte de la unidad planicie fluvial interior del río La Sierra. Es de origen palustre con un nivel topográfico de alrededor de 50 m s.n.m., en una zona de transición regional sobre la cual se reconocen los escurrimientos que descienden de las montañas del norte de Chiapas. Las unidades de suelo predominantes son Fluvisoles, Gleysoles y Vertisoles, dominados por arcilla y el manto freático se encuentra

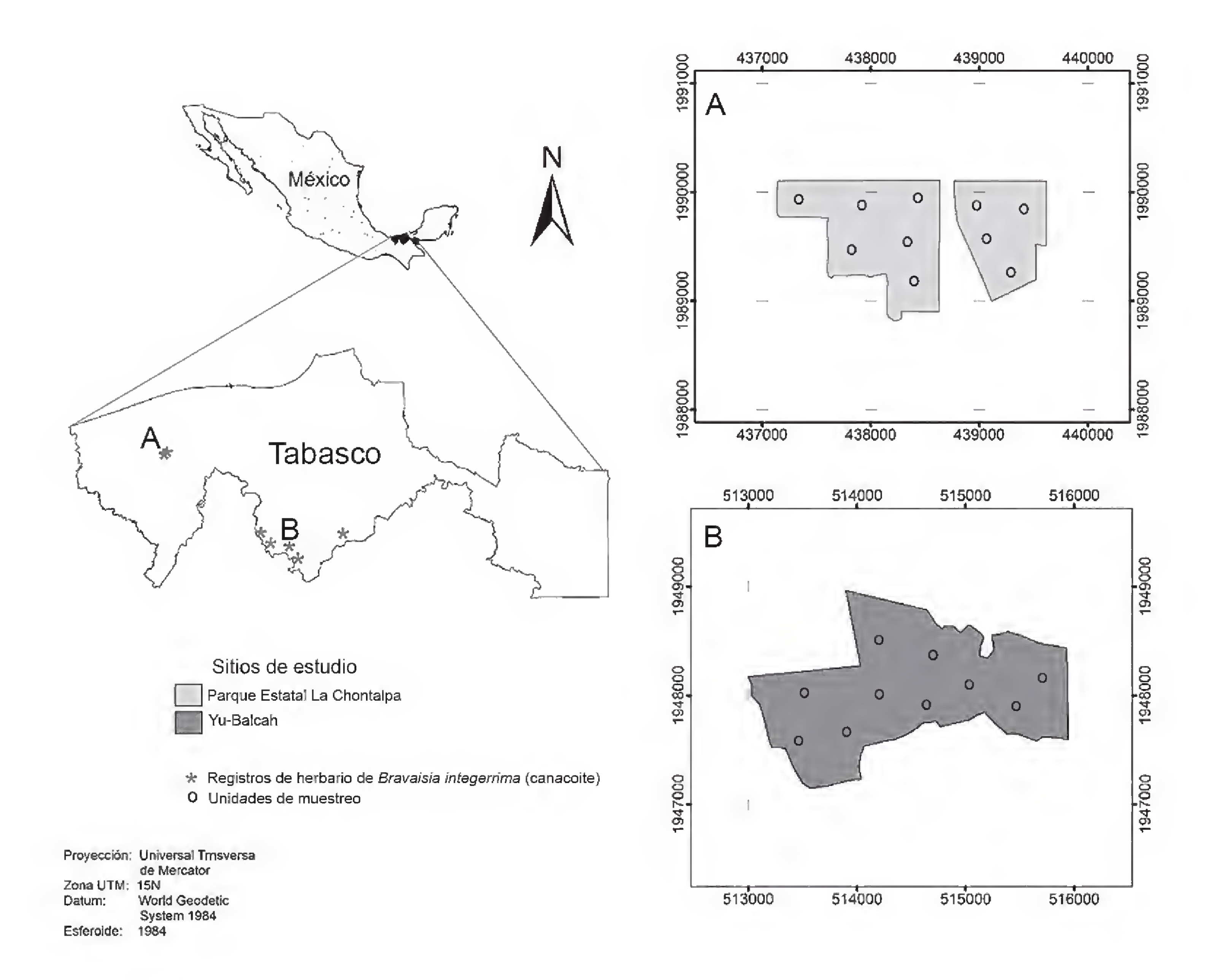


Fig. 1. Localización de los sitios de muestreo de selva mediana perennifolia de canacoite en Tabasco. Parque Estatal La Chontalpa = PECH, Yu-Balcah = YCAH.

entre 1 y 2 m (Palma y Cisneros, 1996). En esta subregión el clima es cálido-húmedo con lluvias todo el año (Af(m)w"(i)g), con una temperatura media anual de 26 °C. La precipitación anual es de 4014 mm con un promedio máximo mensual de 588 mm en el mes de octubre y un mínimo mensual de 132 mm en el mes de abril (Inegi, 2000).

Selección de sitios de muestreo.

Para conocer los antecedentes de distribución de *Bravaisia integerrima* en Tabasco se revisaron las colectas de los herbarios CH (El Colegio de la Frontera Sur-San Cristóbal), UJAT (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco), XAL (Instituto de Ecología, A.C.), CSAT (Colegio de Posgraduados-Tabasco Campus Tabasco), MEXU (Universidad Nacional Autónoma de México) y ENCB (Herbario de la

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional). Cada registro de herbario se georreferenció con base en la localidad anotada. Se realizaron recorridos para corroborar la presencia de la selva inundable de *Bravaisia integerrima* como elemento dominante, encontrando sólo tres fragmentos de selva de canacoite en Tabasco los cuales no forman un continuo. Los dos mayores fueron los que se seleccionaron para el muestreo (YCAH y PECH).

Caracterización de la vegetación.

En cada sitio se midió la altura del dosel mediante una pértiga telescópica graduada de 18 m y un clinómetro Suunto. El diámetro de los árboles se midió a 1.30 m de altura (DAP), para canacoite 1.30 m por arriba de las raíces adventicias. El estado de conservación del sitio se determinó utilizando el índice-multicriterio para la evaluación de selvas tropicales (Ochoa-Gaona et al., 2010) que valora la condición ecológica del bosque. Este índice toma en cuenta la estructura vertical y horizontal, la regeneración de las especies arbóreas, la cubierta vegetal, la riqueza de especies, y factores de perturbación como árboles talados, muertos en pie o caídos, indicios de incendios, rastros de ganado, presencia de brechas y macheteo de vegetación.

Se establecieron de manera aleatoria 10 unidades de muestreo (UM) para YCAH y 10 UM en PECH; las UM se separaron entre ellas al menos 50 m. Las UM tuvieron forma de círculos concéntricos, adaptados de la metodología usada para inventarios forestales (SARH, 1994; Bechtold y Scott, 2005; PMC, 2011). Se identificaron y registraron todos los árboles y se midió el DAP (diámetro a la altura del pecho) de la siguiente manera: en el círculo de 1000 m^2 (radio = 17.84 m), de los de ≥20 cm de DAP; en el círculo intermedio de 500 m^2 (r = 12.62 m) de los individuos de ≥10 cm de DAP y en el círculo de 100 m^2 (r = 5.64 m) de los de ≥5 cm DAP. Se consideraron adultos todos los árboles de ≥5 cm DAP. En el círculo de 100 m también se contabilizaron los individuos de <5 cm DAP pero mayores de 1.30 m de altura (juveniles). Para el registro de brinzales y árboles juveniles tempranos de <1.30 m de altura, se establecieron cuatro cuadros de 1m^2 por UM (Ochoa-Gaona et al., 2007). Se recolectaron muestras botánicas de cada especie arbórea registrada. La identificación se hizo mediante el corrimiento de claves y por comparación con ejemplares de herbario. Los especímenes herborizados fueron depositados en el herbario UJAT.

Análisis de datos.

El incremento de la riqueza en función del esfuerzo de muestreo se analizó por medio de un método no paramétrico utilizando los estimadores Chao 2, ICE, Jacknife 1, Jacknife 2 y Bootstrap que usan datos de presencia-ausencia de especies (Leigh, 1999).

El análisis estructural del bosque se basó en el valor de importancia (IVI) de cada especie por sitio, empleando los valores relativos de la densidad, frecuencia y el área basal (IVI = (DR + FR + ABR)/3. La densidad (*D*; ind ha^{-1}) es el número de individuos por especie por unidad de superficie, para ello se tomó en cuenta el área estratificada en la que fue muestreada la especie. La frecuencia (F) es el número de UM en las que se presenta una especie con relación al número total de UM. El área basal (AB; m^2 ha^{-1}) se obtuvo con la fórmula del área de un círculo con base en el DAP del tronco cada individuo (Curtis y McIntosh 1951; Mueller-Dombois y Ellenberg 1974; Godínez-Ibarra y López-Mata 2002, Gallardo-Cruz et al. 2005, Levy et al., 2006; Zamora-Crescencio et al., 2008).

Diversidad y similitud.

Para contar con elementos de comparación y análisis de la diversidad alfa en la SMPC, en cada UM (0.1 ha) y por sitio de estudio (1 ha) se calcularon los índices de riqueza específica como la riqueza de especies (S) y el índice de Margalef (D_{Mg}). Para lo estructural se usaron los índices de abundancia proporcional α de Fisher, Shannon-Wiener (*H'*) base logaritmo natural y equidad de Pielou J. Además se determinaron los índices de dominancia Berger-Parker (*d*) y Simpson (*D*; Magurran, 1988). El cálculo de tales índices se realizó mediante el software libre Past 3.11 x Paleontological Statistics (Hammer, 1999-2015). Para efectos comparativos entre los dos sitios de estudio se utilizó el índice de diversidad Alfa de Fisher, obtenido mediante el software EstimateS (Colwell, 2013), que considera en su cálculo al número de especies (S) y al número total de individuos (N) de las UM, que al promediarse -siguiendo a López y Duque (2010)- conforman un estimador de la diversidad por hectárea, lo que hace posible comparar las comunidades entre los dos fragmentos. Este índice, además, es menos sensible al tamaño de muestreo que *H'* y no requiere unidades contiguas o de igual tamaño o forma, por lo que es más robusto y extrapolable (Leigh, 1999; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Ledo et al., 2012). Para analizar la variación en la estructura y diversidad taxonómica entre las parcelas, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) que incluyó variables de estructura (número de individuos, área basal, promedio del diámetro a la altura del pecho), de diversidad (índices de Simpson, Shannon y de α de Fisher), así como taxonómicos (número de familias, géneros y especies).

RESULTADOS

Riqueza y estructura. La curva de acumulación de especies en el sitio YCAH indica que es necesario un mayor esfuerzo de muestreo ya que se registró 61% (53

spp.) de la riqueza esperada (85 spp.) según el estimador de Chao 2 (Fig. 2A). Se contabilizaron allí 49 géneros y 24 familias. Las más representadas fueron Leguminosae con 10 especies, Moraceae y Rubiaceae con 5, y Malvaceae con 4. Se contaron 447 individuos, siendo más abundantes los de *Astrocaryum mexicanum*, *Bravaisia integerrima*, *Cryosophila stauracantha* y *Guarea glabra*. Los árboles con mayor frecuencia fueron *Bravaisia integerrima*, *Guarea glabra*, *Cordia collococa*, *Spondias mombin* y *Licania platypus*. El área basal promedio en YCAH fue de 37.2 m^2ha^{-1}. Con mayor área basal se registró a *Bravaisia integerrima*, *Spondias mombin*, *Ceiba pentandra* y *Bursera simaruba*. Las especies con mayor IVI en el sitio fueron *Bravaisia integerrima*, *Astrocaryum mexicanum*, *Spondias mombin* y *Guarea glabra* (Apéndice 1). YCAH presentó tres estratos arbóreos: el sotobosque con altura de hasta 10 m, una capa media con altura entre 10 y 18 m y uno superior con más de 18 m de altura. El sotobosque está dominado por palmas espinosas como *Astrocaryum mexicanum*, *Cryosophila stauracantha* y *Bactris balanoidea*. Otras especies acompañantes son *Faramea occidentalis*, *Trichilia havanensis* y *Ampelocera hottlei*. En el estrato medio *Bravaisia integerrima* es la dominante; con *Cordia collococa*, *Andira inermis* y *Coccoloba barbadensis* como acompañantes. El dosel alto presenta árboles de gran tamaño como *Guarea glabra*, *Vatairea lundellii*, *Swietenia macrophylla*, *Ceiba pentandra*, *Calophyllum brasiliense*, *Dialium guianense* y *Diospyros nigra*. Dentro de la selva se observaron claros de hasta 250 m^2, principalmente en la zona de selva alta, producto de la caída natural de árboles. En ellos se registró reclutamiento (brinzales y plantas juveniles; Quinto-Mosquera et al., 2009) de especies de los tres estratos de la SMPC. En los claros se identificaron elementos de selva madura como *Guatteria anomala*, *Guarea glabra*, *Vatairea lundellii* y *Diospyros nigra*.

Para el sitio PECH en la curva de acumulación de especies se observó 79% (38 spp.) de la riqueza esperada (48 spp.) según el estimador de Chao 2 (Fig. 2B). Se inventariaron en el sitio 34 géneros y 24 familias. Las mejor representadas fueron Leguminosae con 10 especies, Moraceae con 5 y Rubiaceae con 3. En PECH se registraron 359 individuos; las especies más abundantes fueron *Bravaisia integerrima*, *Faramea occidentalis*, *Tabernaemontana alba*, *Pleuranthodendron lindenii* y *Cordia collococa*. Las más frecuentes eran *Bravaisia integerrima*, *Cordia collococa*, *Pachira aquatica* y *Spondias mombin*. El área basal promedio en PECH fue de 29.5 m^2ha^{-1}. Los árboles que aportaron mayor AB fueron *Bravaisia integerrima*, *Ficus* sp.1, *Spondias mombin* y *Guazuma ulmifolia*. Las especies con mayor IVI en PECH fueron *Bravaisia integerrima*, *Ficus* sp.1, *Spondias mombin* y *Faramea occidentalis*. El bosque de PECH presentó tres estratos. En el bajo, entre

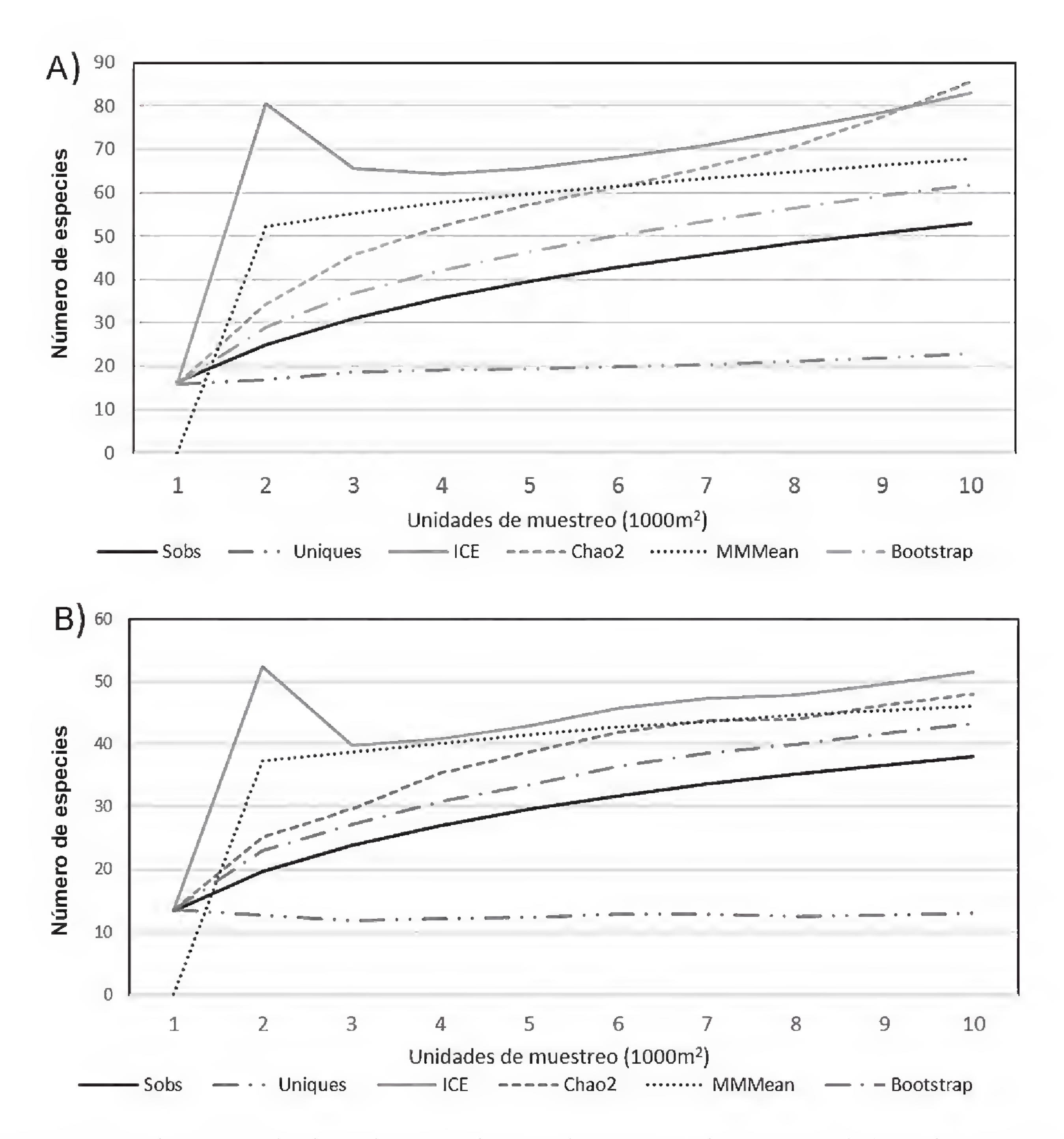


Fig. 2. Curvas de acumulación de especies en la SMPC de YCAH (A) y de PECH (B). En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo. El eje Y representa el número de especies observadas y estimadas para cada nivel de muestreo dado (Sn).

los 3 y 8 m las de mayor densidad fueron *Pleuranthodendron lindenii*, *Trichilia havanensis* y *Faramea occidentalis*. El estrato medio alcanzó los 15 m y está dominado por árboles de *Bravaisia integerrima*, acompañados por *Zygia cognata* y *Guazuma ulmifolia*; el superior de 15 a 20 m forma el dosel y presenta a *Spondias mombin*, *Ficus* sp.1, *Bursera simaruba* y *Calophyllum brasiliense* (Apéndice 2).

Las categorías diamétricas en los dos sitios obtuvieron una distribución de J invertida con numerosos individuos de clases pequeñas (Fig. 3). La mayoría de las especies están representadas por pocos árboles, mientras que algunas registran

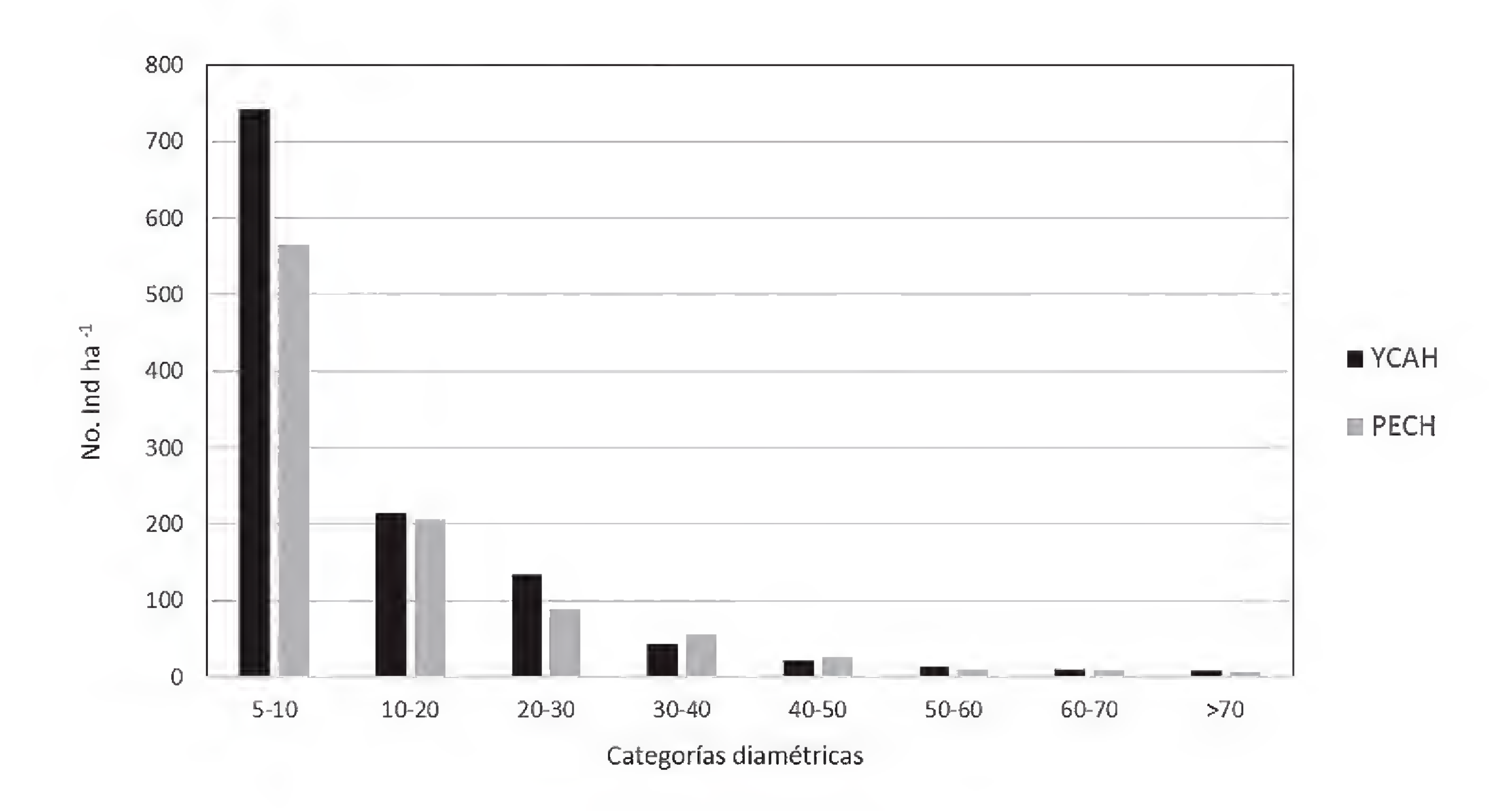


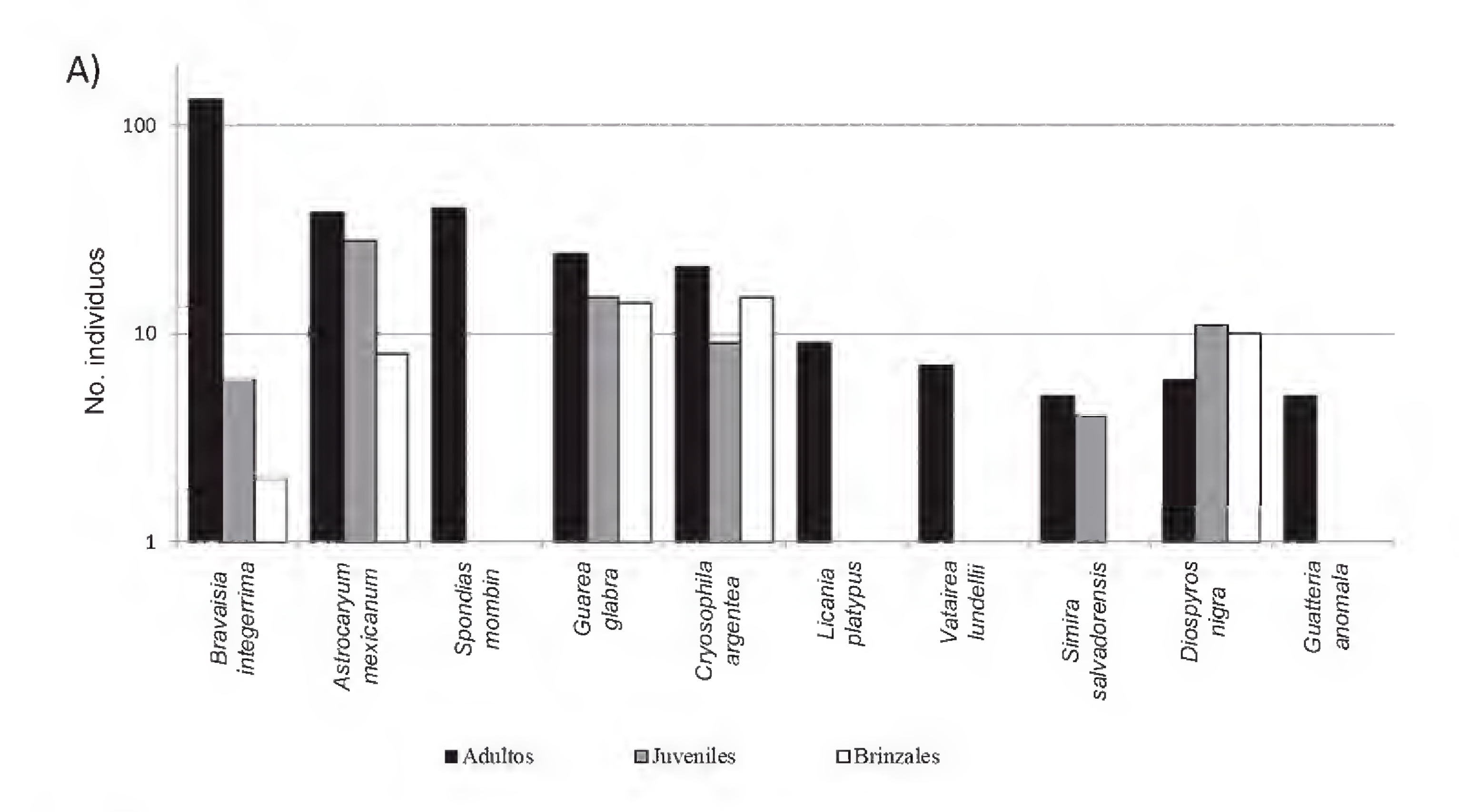
Fig. 3. Densidad de especies arbóreas ≥5 cm DAP por categorías diamétricas de las selvas medianas perennifolias de canacoite en Tabasco.

abundancias altas. De las diez especies con mayor valor de importancia (IVI) en YCAH, *Bravaisia integerrima*, *Astrocaryum mexicanum*, *Guarea glabra*, *Cryosophila stauracantha* y *Diospyros nigra* contaron con individuos en los tres estadios de desarrollo (adultos, plantas juveniles, brinzales), mientras que *Spondias mombin*, *Licania platypus*, *Vatairea lundellii* y *Guatteria anomala* solo registraron árboles adultos (Fig. 4A). En el bosque de PECH las especies con mayor IVI que estuvieron presentes en los tres estadios de desarrollo fueron *Bravaisia integerrima*, *Ficus* sp.2, *Cordia collococca*, *Tabernaemontana alba*, *Pleuranthodendron lindenii* y *Zygia cognata* mientras que solo se registraron adultos de *Spondias mombin*, *Faramea occidentalis*, *Guazuma ulmifolia* y *Pachira aquatica* (Fig. 4B).

Diversidad.

La riqueza a nivel de especie en YCAH fue de 53 especies y en PECH de 38, el promedio para los índices α de Fisher y de Margalef, así como el de Berger-Parker para evaluar dominancia resultaron ser mayores en YCAH, mientras que los índices de Shannon, de equidad de Pielou y Simpson fueron más altos en PECH (Cuadro 1).

Del total de especies registradas, 26% se comparten entre los dos sitios, las cuales en orden decreciente de IVI son: *Bravaisia integerrima*, *Spondias mombin*, *Ficus*



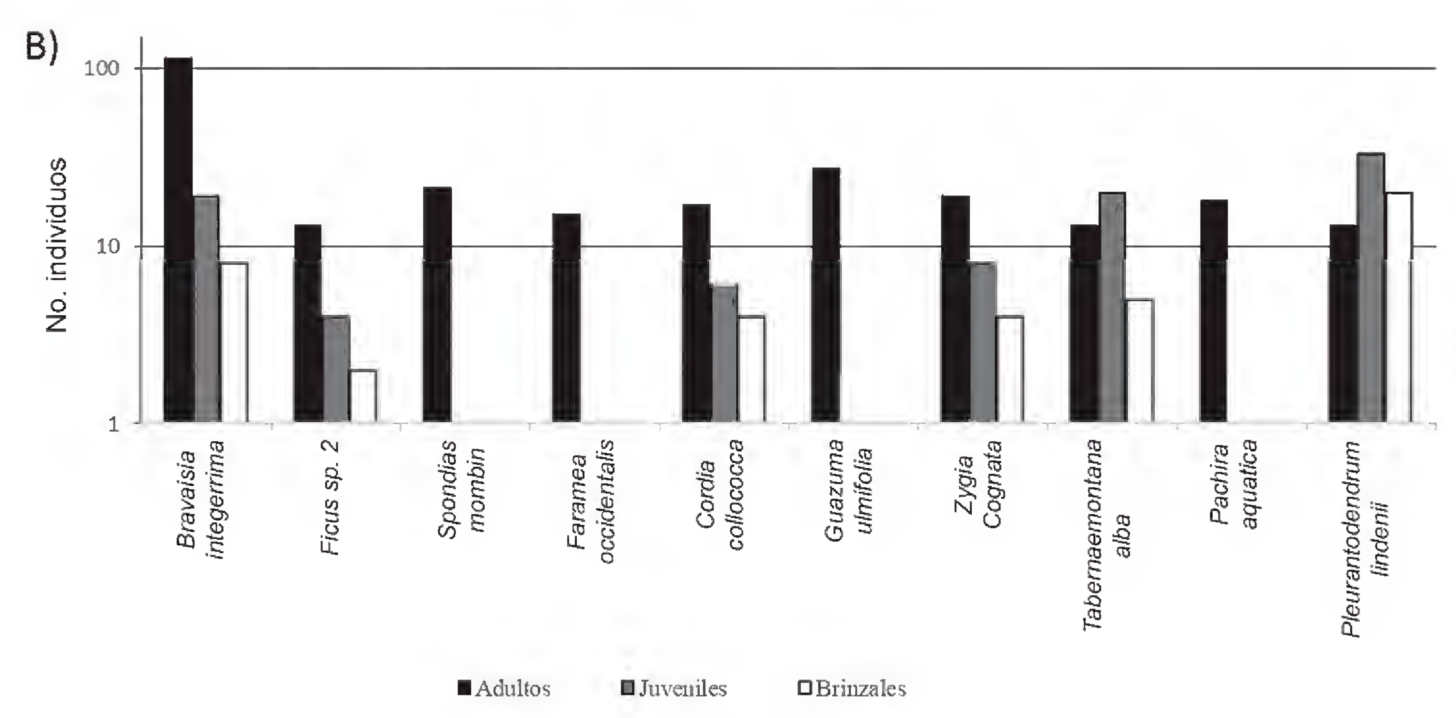


Fig. 4. Repoblación para las diez especies con mayor valor de importancia (IVI) en YCAH (A) y Pech (B).

sp.1, *Zygia cognata*, *Pachira aquatica*, *Tabernaemontana alba*, *Calophyllum brasiliense*, *Coccoloba barbadensis*, *Faramea occidentalis*, *Trophis racemosa*, *Licania platypus*, *Andira inermis*, *Casearia corymbosa*, *Cecropia obtusifolia* y *Tabebuia rosea*.

Se encontró que el YCAH presenta mejor condición ecológica (valores más cercanos a 1) que PECH (Cuadro 2).

Cuadro 1. Valores de riqueza, índices de diversidad y dominancia calculados para los dos sitios de selva inundable de canacoite. UM = Unidades de muestreo, S = Riqueza específica, α = Alfa de Fisher, D_{Mg} = Margalef, H' = Shannon-Wiener, J = Pielou, d = Berger-Parker, D = Simpson. d.e. = desviación estandar.

UM	S	α	D_{Mg}	H'	J	d	D
YCAH-1	15	6.49	3.43	2.22	0.82	0.36	0.83
YCAH-2	14	3.56	2.51	1.16	0.44	0.73	0.46
YCAH-3	17	3.95	2.83	2.05	0.73	0.42	0.79
YCAH-4	12	2.96	2.15	1.74	0.70	0.41	0.75
YCAH-5	17	6.39	3.60	2.23	0.79	0.34	0.83
YCAH-6	15	5.35	3.17	2.03	0.75	0.36	0.81
YCAH-7	16	5.43	3.27	1.81	0.65	0.41	0.74
YCAH-8	17	6.86	3.71	2.08	0.73	0.32	0.81
YCAH-9	17	6.75	3.68	2.32	0.82	0.26	0.86
YCAH-10	24	10.27	5.04	2.25	0.71	0.42	0.79
Promedio±d.e.		5.8±2.09	3.3±0.79	1.98±0.34	0.71±0.11	0.40±0.12	0.76±0.11
PECH-1	10	3.21	2.13	1.45	0.63	0.62	0.59
PECH-2	11	2.65	1.96	1.95	0.81	0.36	0.80
PECH-3	17	5.39	3.34	2.18	0.77	0.22	0.85
PECH-4	15	4.44	2.90	2.17	0.80	0.23	0.86
PECH-5	12	4.69	2.73	1.86	0.75	0.43	0.76
PECH-6	7	2.72	1.72	1.72	0.88	0.30	0.79
PECH-7	17	5.51	3.37	2.57	0.91	0.17	0.91
PECH-8	17	5.07	3.24	2.31	0.81	0.23	0.87
PECH-9	12	3.92	2.51	2.10	0.84	0.26	0.85
PECH-10	16	6.48	3.53	2.17	0.78	0.29	0.84
Promedio±d.e.		4.40±1.27	2.7±0.64	2.04±0.31	0.79±0.07	0.31±0.13	0.81±0.08

En total se registraron seis especies catalogadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl, *Calophyllum brasiliense* Cambess. *Cryosophila stauracantha* (Heynh.) R.J.Evans, *Guatteria anomala* R.E. Fr., *Ormosia macrocalyx* Ducke, *Vatairea lundellii* (Standl.) Record, de las cuales cuatro se encuentran Amenazadas y dos en Peligro de Extinción (Semarnat, 2010). En YCAH se encontraron las seis especies y en PECH sólo tres de ellas (Apéndices 1 y 2).

Cuadro 2. Valor de condición ecológica de los sitios remanentes de SMPC en Tabasco. Se mide de 0 a 1, siendo 1 el de mejor estado de conservación

Unidad de muestreo	Sitio	
	YCAH	PECH
1	0.891	0.869
2	0.889	0.831
3	0.761	0.753
4	0.931	0.841
5	0.911	0.878
6	0.932	0.741
7	0.937	0.859
8	0.959	0.669
9	0.784	0.713
10	0.927	0.553
Promedio	0.8922	0.7707

El análisis multivariado indica que el eje 1 explica 55% de la variación de los datos, y el eje 2 un 21%. Las variables de diversidad y taxonómicas, así como área basal se relacionan significativamente con el componente 1 del PCA, mientras que el número de individuos, y el índice de dominancia de Simpson están asociados con el componente 2 (Cuadro 3). Las UM que se ubican hacia el lado inferior de la ordenación están principalmente relacionadas con el eje 1, las UM localizadas en la parte superior del cuadrante están relacionadas positivamente con el eje 2 (Fig. 5). Se observa que varias UM están compartidas hacia la zona media, y algunas UM de

Cuadro 3. Coeficientes de correlación de Spearman obtenidos mediante PCA tras relacionar los valores estructurales y de diversidad de la selva inundable de canacoite con los puntajes de cada uno de los ejes del análisis de componentes principales. $n = 20$; $* = p \leq 0.05$. Porcentaje de varianza: por Eje 1 = 55% y Eje 2 = 21%.

Variable	Acrónimo	Eje 1	Eje 2
Número de individuos	NI	-0.0195	0.8181*
Diámetro a la altura del pecho	DAP	0.4513	-0.6490*
Área basal	AB	0.8161*	0.1104
Índice de Simpson	D	0.5462	-0.5313

Cuadro 3. Continuación

Variable	Acrónimo	Eje 1	Eje 2
Índice de Shannon	H	0.7655*	-0.3465
Índice α de Fisher	F	0.8866*	-0.1183
Número de familias	NF	0.8396*	0.3688
Número de géneros	NG	0.9195*	0.3278
Número de especies	NE	0.9263*	0.2894

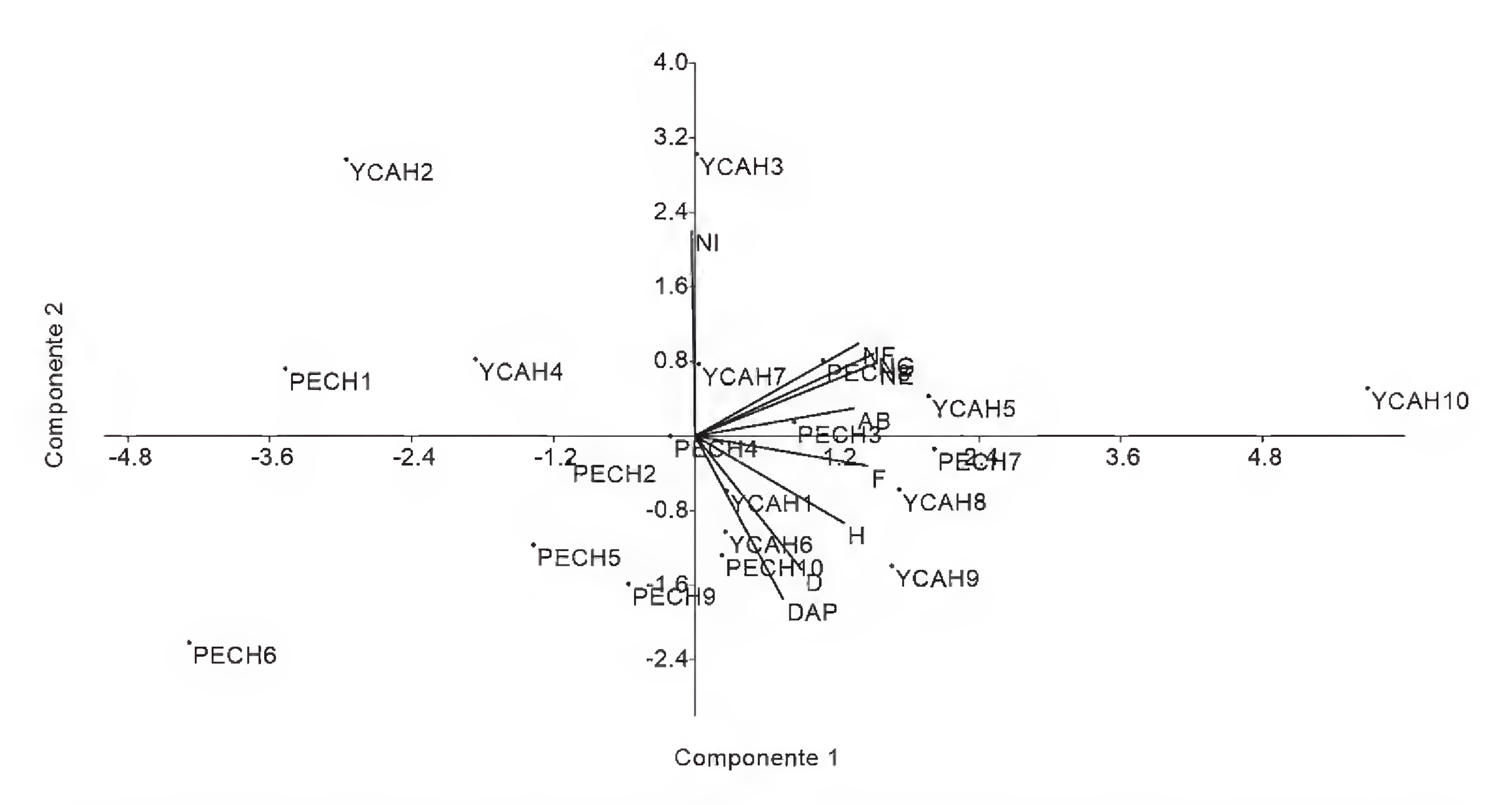


Fig. 5. Análisis de componentes principales (PCA) de los atributos estructurales y de diversidad de la comunidad arbórea de la selva mediana perennifolia de canacoite. Número de individuos (NI), diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB), Simpson (*D*), Shannon (*H'*), α de Fisher (F), número de familias (NF), número de géneros (NG), número de especies (NE).

ambos sitios se ubican como extremas. Esas son las que causan la variación y reflejan el posible efecto de la perturbación que tiene cada fragmento.

DISCUSIÓN

La selva mediana perennifolia de canacoite (SMPC) representa una de las comunidades vegetales más reducidas en extensión a nivel nacional con una dis-

tribución restringida a algunas zonas próximas a las costas del Pacífico y Golfo de México (Palacios, 2006), lo cual se corroboró con la revisión de herbario realizada en el presente estudio. Esta comunidad vegetal está restringida a áreas con suelos que se saturan de agua, lo cual es un requerimiento de *Bravaisia integerrima* que es su especie característica (Pennington y Sarukhán 2005). La comunidad tiene gran importancia ecológica, ya que además de influir en el ciclo del agua, funciona como hábitat de fauna y contiene alta riqueza florística (De Grandi et al., 2000, Lou y Yurrita, 2005). Sin embargo, debido al acelerado proceso de deforestación, en el estado de Tabasco solo persisten tres remanentes con cierta condición original, los cuales en conjunto no alcanzan las 500 ha de superficie. La SMPC estudiada está dominada por *Bravaisia integerrima* (Amenazada, NOM-059-SEMARNAT-2010), árbol con grandes raíces adventicias y gran abundancia de palmas espinosas, lo que la define como una comunidad con condiciones biológico-ambientales particulares. A pesar de ello, ha recibido poca atención en su conocimiento, manejo y conservación, y actualmente estos remanentes están por desaparecer ya que se encuentran aislados y sometidos a gran presión antrópica (Ramos-Reyes et al., 2011).

Riqueza y estructura.

La cantidad de especies, al igual que de familias y géneros reportados en este trabajo, concuerdan con la encontrada en algunos bosques inundables de México (Díaz-Gallegos et al., 2002; Cortés-Castelan y Islebe, 2005; Zamora-Crescencio et al., 2008) y América tropical (Díaz y Rosales, 2006; Guerra y Pietrangeli, 2007; Díaz-Pérez et al., 2012). En lo local, Sol-Sánchez et al. (1999) y Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares (2010) registraron 83 y 51 especies de árboles respectivamente en selvas de las mismas características que la de este estudio, pero con diferencias metodológicas como la medición de DAP de >1 cm de los primeros autores y DAP de >5 cm usada por los segundos, ambos con superficie menor de muestreo que las del presente trabajo. Sin embargo, el medir individuos de ≥5 cm de DAP y muestrear 10 unidades de 0.1 ha en cada sitio, aún resultaron insuficientes por las características de heterogeneidad en el sistema.

El remanente de PECH presentó menor riqueza que YCAH, lo cual puede deberse al mayor disturbio humano tal como lo demuestra la evaluación mediante el índice de condición ecológica aplicado (Ochoa-Gaona et al. 2010). Esto mismo se corrobora con los bajos valores para el índice alfa de Fisher (<7) de nuestras parcelas, especialmente si se compara con la amplitud (11 a 211) que Godínez-Ibarra y López-Mata (2002) reportan para estudios realizados en diez selvas neotropicales de América.

La selva mediana perennifolia de canacoite estudiada contiene especies como *Astrocaryum mexicanum*, *Bravaisia integerrima*, *Diospyros nigra*, *Calophyllum brasiliense*, *Faramea occidentalis*, *Simira salvadorensis*, *Vatairea lundellii* y *Licania platypus*, las cuales han sido reportadas como características de selvas maduras perennifolias (Miranda y Hernández X., 1963; Bongers et al., 1987; López-Mendoza, 1980; Pennington y Sarukhán, 2005). Éstas, junto con *Guarea glabra*, han sido reportadas en otros trabajos en selvas inundables (Pérez y Sarukhán, 1970; López-Mendoza, 1980; Ochoa-Gaona y Domínguez-Vázquez, 2000; Levy et al., 2006), lo cual nos indica que los sitios estudiados aún conservan elementos característicos y propios de bosques poco alterados, lo cual resalta la importancia de su conservación, en especial por el gran avance de deforestación en el estado.

Las especies con mayor valor de importancia en la SMPC fueron *Bravaisia integerrima*, *Spondias mombin*, *Cordia collococa* y *Astrocaryum mexicanum*; mismas que también fueron reportadas con alto IVI por López-Mendoza (1980); Bongers et al. (1988) y Sol-Sánchez et al. (1999).

En YCAH se observa una convivencia única en Tabasco, entre selva mediana perennifolia de *Bravaisia integerrima* con selva alta perennifolia de *Licania platypus* (López-Mendoza, 1980); aunque actualmente la dominancia de *L. platypus* ha sido sustituida por otros árboles como *Spondias mombin* y *Simira salvadorensis*. Este tipo de asociación, así como la distribución de sus especies, está determinada posiblemente por la existencia de áreas con suelos inundables y otras no inundables, así como por diferencias en la profundidad y el tipo de suelo (Sollins, 1998; Cortés-Castelán y Islebe, 2005). El fragmento de SMPC de YCAH presentó las mejores características de conservación según el índice de condición ecológica aplicado, lo cual se corrobora por la mayor diversidad de especies, por la presencia de adultos y brinzales de especies de selva madura, y por sus características fisonómicas y estructurales bajo condición de inundación que caracteriza a esta comunidad. El sitio YCAH presenta mayor dificultad de acceso, menor cercanía a núcleos poblacionales y carreteras, bajo desarrollo de la actividad agrícola y ganadera circundante y no tanta actividad petrolera en la región; todo lo anterior se traduce en una menor intensidad de disturbio humano al interior de este fragmento, conservando una mejor condición ecológica. Por el contrario, los factores antes mencionados afectan al sitio PECH, lo que pone en riesgo la permanencia de este remanente de selva de canacoite en la Chontalpa. Por su parte, el sitio PECH presenta menor diversidad y condición ecológica más baja; esto puede deberse a la tala selectiva de maderas preciosas y útiles para la construcción por los pobladores de las zonas adyacentes a esta selva.

El promedio de individuos con DAP de ≥5 cm encontrados en la selva inundable de canacoite fue de 356 ind ha^{-1}, con numerosos árboles de troncos de diámetros pequeños y pocos de tallos mayores de 50 cm o más de DAP, característicos de selvas tropicales del sureste de México (Tun-Dzul et al., 2008; Zarco-Espinoza et al., 2010; Vázquez-Negrín et al., 2011). La densidad de individuos arbóreos fue inferior a los 420 ind ha^{1} reportados por Balslev et al. (1987) en Añangu, Ecuador y similar a lo registrado por Lieberman et al. (1985) y Johnston y Gillman (1995) en bosques inundables de tierras bajas en Costa Rica y Guyana (353 y 357 ind ha^{1} respectivamente). En los sitios se observó baja cantidad de árboles adultos de especies típicas de selva madura, lo que acrecienta el riesgo de que junto con la tala inmoderada y la pequeña área que ocupan los fragmentos de la selva inundable en Tabasco, se incrementen las posibilidades de extinción local de las especies (Finegan y Bouroncle, 2008). El área basal promedio encontrada en la selva de canacoite fue de 33.34 $m^2 ha^{-1}$, y es similar a lo encontrado en otros estudios realizados en selvas conservadas como las medianas de Tabasco, Veracruz y Chiapas (Pérez y Sarukhán, 1970; Sol-Sánchez et al., 1999; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Basáñez et al., 2008; Zarco-Espinoza et al. 2010), los bosques tropicales de Centroamérica (Cascante y Estrada, 2001; Chave et al., 2003; De Walt y Chave, 2004), en Malasia (Manokaran y LaFrankie, 1990), y de Camerún (van Gemerden et al., 2004), cuyos valores de área basal oscilan entre 21.2 y 45.3 $m^2 ha^{-1}$. En conclusión, los remanentes estudiados aún conservan las características estructurales propias de selvas maduras a pesar de la intensa fragmentación y de estar inmersos en medio de extensas áreas agropecuarias, así como por lo reducido del área que ocupan.

Diversidad de especies.

El valor de diversidad de Shannon-Wiener (*H'*) obtenido para la SMPC y en particular en YCAH fue ≥2.0, el cual se considera alto con base en las categorías propuestas por Ramírez-González (2006), así como por los números reportados para selvas tropicales del sureste de México (Durán, 1995; Sol-Sánchez et al., 1999; Díaz-Gallegos et al., 2002; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Pérez et al., 2005). En este mismo sentido, el índice de diversidad de Margalef de las parcelas muestreadas y de los remanentes en su conjunto fue mayor a 2.0, que es considerado como de mediana a alta diversidad, e incluso la parcela YCAH-10 mostró un valor superior a 5.0, que es valorado como un indicador de muy elevada biodiversidad (Orellana-Lara, 2009). El área basal en los dos sitios estuvo dominada por *Bravaisia integerrima*; esto se puede explicar por la alta biomasa evidenciada por sus troncos más gruesos, así también por su alta abundancia en los sitios. En la SMPC se observó la presencia de diversas

formas biológicas tales como hierbas y bejucos, las cuales no fueron muestreadas y que incrementarían los valores de riqueza y diversidad de las comunidades estudiadas.

El registro de seis especies vegetales catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Bravaisia integerrima*, *Calophyllum brasiliense*, *Cryosophila stauracantha*, *Guatteria anomala*, *Ormosia macrocalyx* y *Vatairea lundellii*, demuestra la importancia ecológica de los fragmentos aislados de SMPC remanentes. Las acciones de conservación legal de estos remanentes de SMPC han resultado en su mantenimiento; sin embargo, está lejos de ser la solución a la pérdida de diversidad genética de este tipo de comunidades. Para garantizar la conservación de los remanentes de SMPC en Tabasco, es importante revisar y actualizar su situación legal, sus planes de manejo y su aplicación, llevar a cabo alternativas de conservación que incluyan aspectos como investigación básica y aplicada referente a su biodiversidad y manejo, así como que se faciliten alternativas sociales y productivas a las poblaciones cercanas. Para lograrlo se requiere de la participación de actores como gobierno, sector académico, organizaciones no gubernamentales, particulares y sociedad en conjunto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Nelly del Carmen Jiménez Pérez por su valiosa ayuda en la identificación de las especies. A los guías de campo Don Juan y Antonio Alvarado. A los herbarios CH, UJAT, XAL, CSAT, MEXU y ENCB que permitieron el acceso a sus colecciones. A Fondos Mixtos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Tabasco que financiaron el trabajo bajo el proyecto "Composición, estructura y distribución de selva mediana inundable de *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl. en el estado de Tabasco, México" con número de registro TAB-2009-C16-121006. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada No. 32578 al primer autor para sus estudios de posgrado. A El Colegio de la Frontera Sur por el apoyo en infraestructura y asistencia académica. Finalmente a los árbitros revisores por su tiempo y dedicación.

LITERATURA CITADA

Balslev, H., J. L. Luteyn, B. Ollgaard y L. B. Holm-Nielsen. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. Opera Bot. 92: 37-57.

Basáñez, A. J., J. L. Alanis y E. Badillo. 2008. Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido "El Remolino", Papantla, Veracruz. Avances en Investigación Agropecuaria 12: 3-21.

Bechtold, W. A. y C. T. Scott. 2005. The forest inventory and analysis plot design. In: Bechtold W. A. y P. L. Patterson (eds.). The enhanced forest inventory and analysis program-national sampling design and estimation procedures. General Technical Report SRS-80 Forest Service, United States Department of Agriculture. Asheville, USA. pp. 27-42.

Bongers, F., J. Popma, J. Meave del Castillo y J. Carabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. Vegetatio 74: 55-80.

Cardoso, D. M. 1979. El clima de Chiapas y Tabasco. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México. 99 pp.

Cascante, A. y A. Estrada. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49: 213-225.

Challenger, A. y R. Dirzo. 2009. Tendencias de cambio y estado de la biodiversidad, los ecosistemas y sus servicios. In: Sarukhán J., R. Dirzo, R. González y I. J. March (eds.). Estado de conservación y tendencias de cambio. Capital Natural de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. pp. 35-72.

Chave, J., R. Condit, S. Lao, J. P. Caspersen, R. B. Foster y S. P. Hubbell. 2003. Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. J. Ecol. 91: 240-252.

Colwell, R. K. 2013. EstimateS 9.1.0 User's Guide. http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm (consultado el 22 de febrero de 2016).

Cortés-Castelán, J. y G. A. Islebe. 2005. Influencia de los factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. Rev. Biol. Trop. 53: 1-24.

Curtis, J. T. y R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 63-81.

De Grandi, G. F., P. Mayaux, J. P. Malingreau, A. Rosenqvist, S. Saatchi y M. Simard. 2000. New perspectives on global ecosystems from wide-area radar mosaics: flooded forest mapping in the tropics. Int. J. Remote Sens. 21: 1235-1249.

De Walt, S. J. y J. Chave. 2004. Structure and biomass of four lowland Neotropical forests. Biotropica 36: 7-19.

Díaz, W. y J. Rosales. 2006. Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de várzeas Orinoquenses en el Bajo Río Orinoco, Venezuela. Acta Bot. Venez. 29(1): 39-68.

Díaz-Gallegos, J. R., O. Castillo y G. García. 2002. Distribución espacial y estructura de una selva baja en un ejido de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche. Universidad y Ciencia 18: 9-26.

Díaz-Pérez, W. A., F. Daza y W. Sarmiento. 2012. Composición florística, estructura y diversidad del bosque ribereño del Río Kakada, Cuenca del Río Caura, estado Bolívar, Venezuela. Rev. Cient. UDO Agrícola 12(2): 275-289.

Dirzo, R., A. Aguirre y J. C. López. 2009. Diversidad florística de las selvas húmedas en paisajes antropizados. Investigación Ambiental 1: 17-22.

Durán, G. R. 1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. Acta Bot. Mex. 31: 73-84.

Finegan, B. y C. Bouroncle. 2008. Patrones de fragmentación de los bosques de tierras bajas, su impacto en las comunidades y especies vegetales y propuestas para su mitigación. In: Harvey, C. y J. Sáenz (eds.). Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados en Mesoamérica. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José, Costa Rica. pp. 139-178.

FRA. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe Nacional México. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA). Departamento Forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 98 pp.

Gallardo-Cruz, J. A., J. A. Meave y E. A. Pérez-García. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. Bol. Soc. Bot. Méx. 76: 19-35.

Godínez-Ibarra, O. y L. López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. Anales Inst. Biol. Serie Bot. 73: 283-314.

Guerra, M. y M. Pietrangeli. 2007. Caracterización florística de las comunidades forestales ribereñas presentes en un sector de la cuenca media del Río Socuy, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. 24: 427-434.

Guerra-Martínez, V. y S. Ochoa-Gaona. 2008. Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. Universidad y Ciencia 24(2): 135-146.

Hammer, Ø. 1999-2015. Past: PAleontolgical STatistics V 3.11. Reference Manual. Natural History Museum. University of Oslo. http://folk.uio.no/ohammer/past/past3manual.pdf (consultado el 22 de febrero de 2015).

Inegi. 2000. Síntesis geográfica, nomenclator y anexo cartográfico del estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. 116 pp.

Johnston, M. y M. Gillman.1995. Tree population studies in low-diversity forest, Guyana. Floristic composition and stand structure. Biodivers. Conserv. 4: 339-362.

Ledo, A., S. Condés y F. Montes. 2012. Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. Rev. Peru Biol. 19: 113-124.

Leigh, E. G. Jr. 1999. Tropical diversity. In: Leigh Jr. E. G. (ed.). Tropical forest ecology: A view from Barro Colorado Island. Oxford University Press. New York, USA. pp. 179-210.

Levy, T. S., R. R. Aguirre, P. J. García y R. M. Martínez. 2006. Aspectos florísticos de Lacanhá Chansayab, Selva Lacandona, Chiapas. Acta Bot. Mex. 77: 69-98.

Lieberman, M., D. Lieberman, G. S. Hartshorn y R. Peralta. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. J. Ecol. 73: 505-516.

López, W. y A. Duque. 2010. Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la región norte de los Andes, Colombia. Rev. Biol. Trop. 58: 483-498.

López-Mendoza, R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Cuadernos Universitarios, Serie Agronomía 1. Chapingo, México. 121 pp.

Lou, S. y C. L. Yurrita. 2005. Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. Acta Zool. Mex. 21(1): 83-94.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm. London, UK. 179 pp.

Maldonado-Sánchez, E. A. y F. Maldonado-Mares. 2010. Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia 26: 235-245.

Manokaran, N. y J. V. LaFrankie. 1990. Stand structure of Pasoh Forest Reserve, a lowland rain forest in Peninsular Malaysia. J. Trop. For. Sci. 3: 14-24.

Martínez-Ramos, M. y X. García-Orth. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selva húmedas. Bol. Soc. Bot. Méx. 80: 69-84.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley. New York, USA. 547 pp.

Ochoa-Gaona, S. y G. Domínguez-Vázquez. 2000. Distribución y fenología de la flora leñosa de Chajul, Selva Lacandona, Chiapas, México. Brenesia 54: 1-24.

Ochoa-Gaona, S., F. Hernández-Vázquez, B. H. J. de Jong y F. Gurrí. 2007. Pérdida de diversidad florística ante un gradiente de intensificación del sistema agrícola de roza-tumba-quema: un estudio de caso en la Selva Lacandona, Chiapas, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 81: 65-80.

Ochoa-Gaona, S., C. Kampichler, B. H. J. de Jong, S. Hernández, V. Geissen y E. Huerta, 2010. A multi-criterion index for the evaluation of local tropical forest conditions in México. For. Ecol. Manag. 260: 618-627.

Orellana-Lara, J. 2009. Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Forestales, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 49 pp. http://www.posgradoesfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/6%20pasantia.pdf (consultado el 22 de febrero de 2016).

Palacios, E. 2006. Ficha técnica de *Bravaisia integerrima*. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PROY-NOM-059- ECOL-2000. Instituto de Historia Natural y Ecología. Bases de datos. SNIB CONABIO. Proyecto No. W008. México. D.F., México. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Bravaisiaintegerrima00.pdf (consultado el 22 de febrero de 2016).

Palma, L. y J. Cisneros. 1996. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Ed. Fundación PRODUCE Tabasco A.C. Villahermosa, México. 258 pp.

Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. 2a. edición, Instituto de Ecología, Universidad Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. 521 pp.

Pérez, A., M. Sousa, A. M. Hannan, F. Chiang y P. Tenorio. 2005. Vegetación terrestre. In: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (eds.). Biodiversidad del estado de Tabasco.

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. pp. 65-110.

Pérez, L. A. y J. Sarukhán K. 1970. La vegetación de la región de Pichucalco, Chiapas. Publicación Especial No. 5. Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscóreas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D.F., México. pp. 51-123.

PMC. 2011. Manual de campo para el inventario forestal estatal cuantitativo. Bajo la coordinación de Fernando Paz; con la colaboración de Marcos Casiano, Carlos Omar Cruz, Jesús Argumedo, Bende Jong y Rafael Flores. Programa Mexicano del Carbono. México, D.F., México. 129 pp.

Quinto-Mosquera, H., R. Rengifo-Ibargüen y Y. A. Ramos-Palacios. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial Tropical de Chocó (Colombia). Rev. Fac. Nal. Agron. 62(1): 4855-4868.

Ramírez-González, A. 2006. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 273 pp.

Ramos-Reyes, R., E. A. Maldonado-Sánchez y S. Ochoa Gaona. 2011. Análisis antropogénico de los cambios de usos, en dos reservas ecológicas en Tabasco, México. Agricultura Sostenible Vol. 7, CD. 10 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México D.F., México. 432 pp.

Salazar-Conde, E. C., J. Zavala-Cruz, O. Castillo-Acosta y R. Cámara-Artigas. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). Investigaciones Geográficas 54: 7-23.

Sánchez-Munguía, A. 2005. Uso del suelo agropecuario y deforestación en Tabasco 1950-2000. Serie José Narciso Rovirosa. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, México. 23 pp.

SARH. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994. Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D.F., México. 81 pp.

Semarnat. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., México. 78 p. http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf

Sol-Sánchez, A., A. Pérez-Vázquez, M. Vázquez-Torres, O. Ruiz-Rosado y O. Castillo-Acosta. 1999. Diversidad y composición florística de la selva de canacoite en la Chontalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia 15: 53-83.

Sollins, P. 1998. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? Ecology 79: 23-30.

Tudela, F. 1989. La modernización forzada del trópico: el caso Tabasco, Proyecto integrado del Golfo. El Colegio de México-Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados-Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social. México, D.F., México. 475 pp.

Tun-Dzul, F. J., H. Vester, R. Durán-García y B. Schmook. 2008. Estructura arbórea y variabilidad temporal del NDVI en los bajos inundables de la Península de Yucatán, México. Polibotánica 25: 69-90.

van Gemerden, B. S., H. Olff, M. P. E. Parren y F. Bongers. 2004. The pristine rain forest? Remnants of historical human impacts on current tree species composition and diversity. J. Biogeogr. 30: 1381-1390.

Vázquez-Negrín, I., O. Castillo-Acosta, J. I. Valdez-Hernández, J. Zavala-Cruz y J. L. Martínez-Sánchez. 2011. Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. Polibotánica 32: 41-61.

Zamora-Crescencio, P., G. García-Gil, J. S. Flores-Guido y J. Javier-Ortíz. 2008. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. Polibotánica 26: 39-66.

Zarco-Espinoza, V. M., J. I. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Universidad y Ciencia 26: 1-17.

Recibido en mayo de 2015.

Aceptado en marzo de 2016.

APÉNDICE 1

Lista de especies y valores de importancia relativa (VIR) de los árboles registrados en la selva mediana perennifolia de canacoite en el sitio Reserva Ecológica YCAH. Nomenclatura con base en The Plant List: http://www.theplantlist.org/ A: amenazada; P: en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Estrato que suelen alcanzar los adultos de la especie. D = densidad en el sitio (ind ha^{-1}); AB = área basal en el sitio (m^2ha^{-1}); F = frecuencia (no de 10 UM); VIR = valor de importancia relativo en %.

Especie	Familia	Estrato	D	AB	F	V.I.R
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.[A]	Acanthaceae	Medio	2240	104.13	10	17.64
Astrocaryum mexicanum Liebm. ex Mart.	Arecaceae	Bajo	3800	13.45	6	13.09
Spondias mombin L.	Anacardiaceae	Alto	20	47.45	9	6.13
Guarea glabra Vahl	Meliaceae	Alto	620	16.15	10	5.22
Cryosophila stauracantha (Heynh.) R.J. Evans [A]	Arecaceae	Bajo	900	7.42	5	4.21
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Burseraceae	Alto	230	21.21	7	3.97
Cordia collococca L.	Boraginaceae	Medio	270	8.15	9	3.32
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	Malvaceae	Alto	20	30.85	2	3.22
Licania platypus (Hemsl.) Fritsch	Chrysobalanaceae	Alto	200	7.89	8	2.89
Ampelocera hottlei (Standl.) Standl.	Ulmaceae	Bajo	440	3.74	6	2.79
Vatairea lundellii (Standl.) Record [P]	Leguminosae	Alto	10	16.45	4	2.31
Simira salvadorensis (Standl.) Steyerm.	Rubiaceae	Alto	440	3.35	3	2.14
Diospyros nigra (J.F. Gmel.) Perrier	Ebenaceae	Medio	60	12.60	4	2.11
Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae	Medio	30	5.98	7	2.04
Lonchocarpus sp.	Leguminosae	Medio	140	3.89	5	1.76
Guatteria anomala R.E. Fr.[A]	Annonaceae	Alto	50	8.01	4	1.67
Swietenia macrophylla King	Meliaceae	Alto	100	10.06	2	1.59
Casearia sp.	Salicaceae	Bajo	250	2.95	3	1.58
Guarea sp.	Meliaceae	Alto	110	2.69	5	1.57
Andira inermis (Wright) DC.	Leguminosae	Medio	80	2.09	5	1.43
Pseudolmedia sp.	Moraceae	Medio	300	1.31	2	1.37
Calophyllum brasiliense Cambess. [A]	Clusiaceae	Alto	30	6.32	3	1.26
Platymiscium yucatanum Standl.	Leguminosae	Alto	20	6.61	3	1.26
Pleuranthodendron lindenii (Turcz.) Sleumer	Salicaceae	Bajo	140	1.23	3	1.11

Apéndice 1. Continuación.

Especie	Familia	Estrato*	D	AB	F	V.I.R
Trichilia havanensis Jacq.	Meliaceae	Bajo	10	1.61	4	0.98
Albizia saman (Jacq.) Merr.	Leguminosae	Medio	10	2.60	3	0.87
Ormosia macrocalyx Ducke [P]	Leguminosae	Alto	200	0.75	1	0.83
Acacia cornigera (L.) Willd.	Leguminosae	Bajo	120	0.85	2	0.82
Pouteria campechiana (Kunth) Baehni	Sapotaceae	Bajo	20	1.28	3	0.78
Casearia corymbosa Kunth	Salicaceae	Bajo	110	0.62	2	0.77
Tabernaemontana alba Mill.	Apocynaceae	Bajo	60	1.30	2	0.69
Adelia barbinervis Cham. & Schltdl.	Euphorbiaceae	Bajo	100	0.76	1	0.55
Hampea macrocarpa Lundell	Malvaceae	Bajo	100	0.72	1	0.55
Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC.	Rubiaceae	Bajo	100	0.67	1	0.54
Amphitecna donnell-smithii (Sprague) L.O. Williams	Bignoniaceae	Bajo	100	0.62	1	0.54
Ficus sp.1	Moraceae	Medio	10	0.35	1	0.52
Zygia cognata (Schltdl.) Britton & Rose	Leguminosae	Medio	30	2.58	1	0.52
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	Medio	80	0.62	1	0.48
Trophis racemosa (L.) Urb.	Moraceae	Medio	70	0.42	1	0.44
Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	Annonaceae	Bajo	50	0.89	1	0.42
Cojoba haematoloba L. Rico	Leguminosae	Medio	10	1.54	1	0.37
Blepharidium guatemalense Standl.	Rubiaceae	Bajo	10	1.45	1	0.36
Dialium guianense (Aubl.) Sandwith	Leguminosae	Alto	10	1.39	1	0.36
Quararibea funebris (La Llave) Vischer	Malvaceae	Bajo	10	1.39	1	0.36
Poulsenia armata (Miq.) Standl.	Moraceae	Alto	40	0.34	1	0.35
Cecropia obtusifolia Bertol.	Urticaceae	Bajo	20	0.61	1	0.31
Ocotea sp.	Lauraceae	Bajo	20	0.48	1	0.30
Chrysophyllum mexicanum Brandegee	Sapotaceae	Bajo	20	0.32	1	0.29
Coccoloba barbadensis Jacq.	Polygonaceae	Bajo	20	0.19	1	0.28
Faramea occidentalis (L.) A. Rich.	Rubiaceae	Bajo	20	0.24	1	0.28
Inga punctata Willd.	Leguminosae	Bajo	10	0.51	1	0.28
Ficus sp.2	Moraceae	Medio	10	3.18	1	0.26
Posoqueria sp.	Rubiaceae	Bajo	10	0.21	1	0.25

APÉNDICE 2

Lista de especies y valores de importancia relativa (VIR) de los árboles registrados en la selva mediana perennifolia de canacoite en el sitio Parque Estatal La Chontalpa PECH. Nomenclatura con base en The Plant List: http://www.theplantlist.org/. A: amenazada; P: en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010). Estrato que suelen alcanzar los adultos de la especie. D = densidad en el sitio (ind ha^{-1}); AB = área basal en el sitio ($m^2 ha^{-1}$); F = frecuencia (no de 10 UM); IVI = valor de importancia (%).

Especie	Familia	Estrato	D	AB	F	IVI
Bravaisia integerrima (Spreng.) Standl.[A]	Acanthaceae	Medio	2210	80.32	9	18.92
Ficus sp.2	Moraceae	Media	130	35.98	8	6.50
Spondias mombin L.	Anacardiaceae	Alto	220	30.55	9	6.44
Faramea occidentalis (L.) A. Rich.	Rubiaceae	Bajo	1260	4.66	6	6.37
Cordia collococca L.	Boraginaceae	Medio	530	9.12	9	5.10
Guazuma ulmifolia Lam.	Malvaceae	Medio	320	26.32	4	5.07
Pithecellobium lanceolatum (Willd.) Benth.	Leguminosae	Medio	500	11.95	8	5.06
Tabernaemontana alba Mill.	Apocynaceae	Bajo	800	4.33	7	4.99
Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae	Medio	220	16.80	9	4.89
Pleuranthodendron lindenii (Turcz.) Sleumer	Salicaceae	Bajo	730	4.50	6	4.52
Trichilia havanensis Jacq.	Meliaceae	Bajo	520	4.00	7	3.99
Coccoloba barbadensis Jacq.	Polygonaceae	Bajo	210	7.42	5	2.80
Trophis racemosa (L.) Urb.	Moraceae	Bajo	280	2.97	4	2.30
Calophyllum brasiliense Cambess.[A]	Clusiaceae	Alto	70	11.29	3	2.26
Vatairea lundellii (Standl.) Record [P]	Leguminosae	Alto	60	10.67	3	2.16
Salacia elliptica (Mart.) G. Don	Celastraceae	Bajo	260	2.41	3	1.92
Bursera simaruba (L.) Sarg.	Burseraceae	Alto	90	5.95	3	1.73
Attalea butyracea (Mutis ex L. f.) Wess. Boer	Arecaceae	Bajo	30	3.25	3	1.22
Zygia cognata (Schltdl.) Britton & Rose	Leguminosae	Medio	40	2.49	3	1.16
Acacia cornigera (L.) Willd.	Leguminosae	Bajo	120	0.94	2	1.02
Zanthoxylum riedelianum subsp. *kellermanii* (P. Wilson) Reynel ex C. Nelson	Rutaceae	Alto	110	1.07	2	1.00
Brosimum alicastrum Sw.	Moraceae	Alto	110	0.99	2	0.99

Apéndice 2. Continuación.

Especie	Familia	Estrato*	D	AB	F	IVI
Sapindus saponaria L.	Sapindaceae	Bajo	110	0.99	2	0.99
Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	Medio	60	2.40	2	0.98
Nectandra ambigens (S.F. Blake) C. K. Allen	Lauraceae	Bajo	120	1.23	1	0.80
Randia armata (Sw.) DC.	Rubiaceae	Bajo	120	0.49	1	0.72
Andira inermis (Wright) DC.	Leguminosae	Medio	20	0.96	2	0.67
Hampea nutricia Fryxell	Malvaceae	Bajo	100	0.67	1	0.67
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	Araliaceae	Medio	100	0.54	1	0.65
Brosimum sp.	Moraceae	Alto	10	3.18	1	0.64
Cecropia obtusifolia Bertol.	Urticaceae	Bajo	80	0.82	1	0.62
Ficus insipida Willd.	Moraceae	Medio	10	1.67	1	0.47
Inga sapindoides Willd.	Leguminosae	Bajo	40	0.67	1	0.46
Casearia corymbosa Kunth	Salicaceae	Bajo	20	1.05	1	0.44
Ficus citrifolia Mill.	Moraceae	Medio	10	1.15	1	0.41
Genipa americana L.	Rubiaceae	Bajo	10	1.09	1	0.41
Licania platypus (Hemsl.) Fritsch	Chrysobalanaceae	Alto	10	0.50	1	0.34
Lonchocarpus guatemalensis Benth.	Leguminosae	Medio	20	0.18	1	0.34